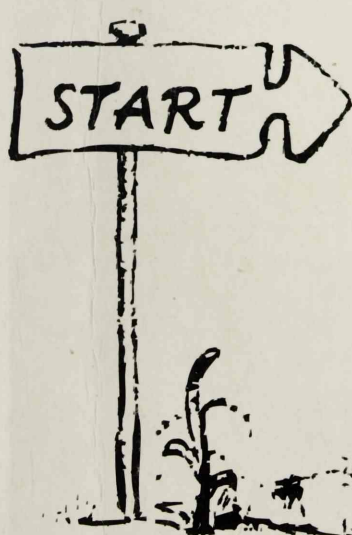


Eevi Maiste, Tõnis Matsin, Viive Utso

TERVISE JA KEHALISE TÖÖVÕIME ARENDAMINE NOORUKIEAS



Tervise ja kehalise
töövõime arendamine
noorukieas

Eevi Maiste, Tõnis Matsin, Viive Utso

**Tervise ja kehalise
töövõime arendamine
noorukieas**



TARTU ÜLIKOOI
KIRJASTUS

Retsenseerinud
emeritiitprofessor *Hans Gross* (Tallinna Pedagoogika Ülikool)
professor *Toivo Jürimäe* (Tartu Ülikool)

Keeletoimetaja
Leelo Jago

Illustratsioonid kaanel
Indrek Kangro

Kaane kujundanud
Kalle Paalits

Raamatu väljaandmist on toetanud

ZENECA

ratiopharm

© Tartu Ülikool, 1999

ISBN 9985-56-433-2

Tartu Ülikooli Kirjastus
Tiigi 78, Tartu 50410
Tellimus nr. 374

Sisukord

Sissejuhatus	9
Kehaline töö ja energiavajadus	11
Kehalise tegevuse tüübid	13
Aeroobne kehaline töö	14
Hapnikutarbimine ja hapnikuvõlg	14
Maksimaalne hapnikutarbimine ($\dot{V}O_2$ max)	17
Anaeroobne kehaline töö	19
Laste ja noorukite anaeroobse töövõime iseärasused	19
Aeroobse töö üleminek anaeroobseks ja selle määramine	20
Energiavajaduse stabiliseerumine koormuse ajal	21
Kehalist saavutusvõimet piiritlevate organisüsteemide arengu iseärasused lapse- ja noorukieas	22
Kesknärvisüsteem ja närvi-lihasaparaat	22
Südame-vereringesüsteem ja hingamisfunktsioon	23
Ainevahetus ja kehaline töövõime	24
Metaboolne spetsialiseerumine	25
Kehaliste võimete iseärasused sõltuvalt vanusest	26
Kardiovaskulaarse ja hingamissüsteemi koormusreaktsioonide iseärasused noorukieas	27
Südame minutimaht ja löögimaht	29
Südame löögisagedus	30
Stardireaktsioonid	31
Arteriaalne vererõhk	33
Staatilise koormuse mõju hemodünaamikale	34
Külmastressi mõju hemodünaamikale	34
Noorukite hingamisfunktsiooni koormusreaktsioonide iseärasused	35
Kehaline areng ja selle hindamine	37
Kehaline areng, kasvamine, küpsemine ja kehaline võimekus e. fitness	39
Kehapikkus	40
Kehamass	42
Keha koostis	44
Somatotüüpiseerimine	50

Kasvu ja kehalise arengu häired	51
Kasvu ja arenguhäirete klassifikatsioon	51
Füsioloogiline kasvupeetus ja selle põhjused	52
Toitumishäired	52
Ebaratsionaalne kehaline aktiivsus	53
Psühhosotsiaalsed faktorid	53
Ökoloogilis-kliimaatilised tingimused	54
Akseleratsioon	54
Bioloogiline vanus ja selle määramine	55
Kehaliste võimete hindamine	61
Kehaliste võimete hindamise üldpõhimõtted	63
Koormustestid	64
Koormustestile esitatavad nõuded	64
Koormustestide liigid	64
Koormustestide näidustused (AHA, 1994)	65
Koormustestide vastunäidustused (AHA, 1994)	66
Koormustesti ajal registreeritavad parameetrid	66
Veloergomeetrilise koormustesti meetoodika	67
Liiklurrajal e. tredmillil sooritatava koormustesti meetoodika	70
Stepptestide meetoodika	71
Koormustesti katkestamise kriteeriumid	75
Subjektiivsed kriteeriumid	75
Objektiivsed kriteeriumid	76
Koormustesti hindamine	77
Koormuse intensiivsuse hindamine	77
Koormuspulsi sagedus ja treenitus	78
Üldise kehalise töövõime määramine	79
Maksimaalse hapnikutarbimise ($\dot{V}O_2\text{max}$) arvutamine	83
Individaalse koormustaluvuse hindamine	85
Aeroobse töövõime dünaamika hindamine	86
Anaeroobse töövõime hindamine	87
Südame löögisageduse hindamise kriteeriumid noorukieas	88
Vererõhu dünaamika hindamine koormustesti ajal noorukieas	90
Hemodünaamika iseärasused β -blokaatorite kasutamisel	93
Vereringe regulatsiooni teiste mehhanismide ja hingamisfunktsiooni hindamine	95
Vereringe regulatsioon asendi muutumisel ja selle kvaliteedi hindamine	97
Ortostaatilised häired ja nende põhjused	97
Ortostaasi regulatsiooni hindamine	98
Vegetatiivse närvisüsteemi funktsionaalse tüübi määramine	101
Hingamisfunktsiooni ökonoomsus ja selle hindamine	101
Hingamisfunktsiooni iseärasused noorukieas ja kehaline aktiivsus	101

Hingamisfunktsiooni kontroll puhkeolekus	102
Hingamisfunktsiooni hindamine koormusel	103
Skeletisüsteemi uurimine	105
Rüht ja selle häired	107
Kehahoiak	107
Lülisamba asendi muutused sagitaaltasandil	109
Lülisamba asendi muutused frontaalteljel	110
Rühihäirete põhjused	110
Rühihäirete ebasoodne mõju organisüsteemidele	110
Lüigete funktsionaalse seisundi hindamine	112
Lülisamba liikuvuse hindamine	115
Lülisamba dorsoventraalse liikuvuse hindamine	115
Lülisamba külgsuunas liikuvuse hindamine	115
Lihaste funktsiooni hindamine	116
Kerelihaste jõu ja vastupidavuse määramine	116
Lihaste toonuse ja vastupidavuse kompleksne hindamine (Bieneri test) ..	117
Käte staatilise jõu hindamine	117
Lihase-liigesetundlikkuse määramine	118
Koordinaatsioonitest (Rombergi järgi)	118
Tasakaalu hindamine (flamingotest)	118
Käte liigutuskiruse hindamine (<i>plate tapping</i>)	119
Kehalise tegevuse ja treeningu mõju tervisele ning kasvava organismi arengule	121
Tervisefitness	123
Üldine kohanemine ja treening	123
Organisüsteemide mõjustamine sõltuvalt harjutuste iseloomust	124
Vastupidavusharjutused	124
Osavus-, koordinaatsiooni- ja painduvusharjutused	125
Jõu-, kiirusjõu- ja kiirusharjutused	125
Termoregulatsioon ja kohanemine keskkonna eritingimustega	125
Kehaline koormus ja liikumisvaegus noorukieas	127
Kehaline aktiivsus ja selle kujunemine	129
Liikumisaktiivsuse vähenemise põhjused noorukieas	131
Haigus kui liikumisaktiivsuse vähenemise põhjus	132
Vähene kehaline töövõime	134
Kehalise aktiivsuse hindamine	135
Tippспорт, võistlussport, koolisport, vabastamine kehalisest kasvatuses ja ravikehakultuur	137
Spordi olemus ja eesmärk	137
Ettevalmistav treening	138
Kehalisest kasvatuses vabastamine	139

Kehaliste võimete arendamine	145
Treenitavuse sõltuvus eluperioodist	147
Eelkooliiga	147
Kooliiga	147
Murdeiga e. puberteet.....	147
Erinevate kehaliste võimete arendamine noorukieas	148
Kehaliste võimete arendamise sensitiivsed perioodid	148
Jõud	150
Jõutreeningu põhiprintsiibid	150
Jõutreeningu iseärasused sõltuvalt kehalisest arengust	152
Kiirus	154
Liikumiskiiruse arendamine.....	154
Kiirusharjutustele esitatavad põhinõuded	154
Vastupidavus	155
Aeroobvastupidavuse arendamine	155
Vastupidavuse arendamise iseärasused sõltuvalt kehalisest arengust	155
Vajaliku treeningukoormuse arvutamine	157
Treeningukoormuse arvutamine metaboolsete ühikute (MET) alusel	157
Treeningukoormuse määramine südame löögisageduse alusel	159
Treeningukoormuse arvutamine subjektiivse väsimuse järgi	159
Koormuse intensiivsuse kontroll kehalise kasvatus tunni ajal	160
Ülekoormusesündroomid noorukieas	161
Ülekoormusesündroomide klassifikatsioon ja tekkepõhjused	161
Liikumis- ja tugiaparaadi ülekoormus ning sporditraumad	161
Vereringesüsteemi ülepingsesündroom	165
Valik harjutusi noorukite kehaliseks arendamiseks	167
Soovitav harjutuste programm ettevalmistavaks treeninguks	169
Harjutused ülajäsemetele	169
Harjutused seljale ja alajäsemetele	172
Valik soojendusharjutusi	174
Üldarendavad harjutused	176
Jooksuharjutused	178
Harjutused hingamise efektiivsuse tõstmiseks	180
Soovitusi hingamisharjutuste õpetamisel	180
Valik hingamisharjutusi	181
Harjutusi tugi- ja liikumisaparaadi lihaste tugevdamiseks	185
Nõuandeid võimlemisel tugi-liikumisaparaadi lihaste tugevdamiseks	185
Valik võimlemisharjutusi selja-, kere- ja jäsemete lihaste funktsiooni parandamiseks	186
Harjutusi põia funktsiooni tugevdamiseks (lampjalgsuse profülaktikaks)	190
Harjutusi silmade funktsiooni parandamiseks	191
Kirjandus	193

Sissejuhatus

Tervis on nii kehalise kui ka psüühilise potentsiaali võimalikult täielikuma kasutamise eelduseks igapäevategevuses oma eesmärkide saavutamiseks. Tervis ei ole üksnes haiguse puudumine, vaid organismi kõigi süsteemide optimaalne areng ja koostöö väliskeskkonna pidevalt muutuvates tingimustes. Tervis on võime kohaneda uute tingimustega, kusjuures ülesande täitmiseks valib iga organisüsteem funktsionaalselt kõige optimaalsema režiimi. Adaptatsiooniprotsessid laiemas mõttes kujutavad endast kohanemist väliskeskkonnast pärinevatele homöostaasi e. sisekeskkonna stabiilsust mõjustavatele faktoritele. Haigust võib vaadelda kui ühe või mitme organisüsteemi adaptatsioonivaru piire ületava välismõjustuse tagajärge.

Adaptatsiooniprotsessid on kahte tüüpi.

1. Kiir- e. genotüüpne adaptatsioon, mille puhul kohanemine on vajalik väliskeskkonna kiirel muutumisel (t^o tõus, võõrainete sattumisel organismi jne.) või intensiivsete elutalitlusaktide sooritamisel. Genotüüpset adaptatsiooni kasutades reageerib organism vahetult sise- või väliskeskkonnast tulenevale mõjustusele.
2. Kestus- e. fenotüüpne adaptatsioon, mis kujuneb elu käigus — organism kohaneb konkreetsete elutingimustega.

Adaptatsioon mitmesuguste välistingimuste mõjudega erineb indiviiditi. Adaptatsioonitüübi põhiskeem määratakse geneetilise programmiga. Geneetiline informatsioon kätkeb endas mastaapi ja piire, mille ulatuses on võimalik kohanemisprotsesse mõjustada. Ideaaltingimusi, kus kasutatakse ära kõik genotüübis kätkevad võimalused, tegelikkuses ei eksisteeri. Keskkonna mitmesugused mõjustused realiseeruvad perinataalses e. sünnieelses perioodis organisüsteemide diferentseerumisprotsessis, individualiseeruvad organismi arengu-, kasvamis- ja küpsemisperioodil ning määravad genotüübis kätkevate võimaluste tegeliku kasutamise täiskasvanuna. Adaptatsiooniprotsesside efektiivsus kujuneb välja 20. eluaastateks.

Bioloogilise adaptatsiooni iseärasused:

- 1) nõudluspetsiifilisus, s.t. kohanemine toimub vastavalt sellele, millist reaktsiooni nõutakse;
- 2) adaptatsioon toimub ainult pikaajalise ja pideva mõjutamise tulemusena;
- 3) oma olemuselt on bioloogiline adaptatsioon mittespetsiifiline;

- 4) alati on võimalik deadaptatsioon, s.t. struktuuride, reaktsioonide tüübi muutuste ja stabilisatsiooniseisundite taandareng, kui vastavate muutuste vajadus kaob;
- 5) kohanemine ühtede ekstreemsete tingimustega võib vähendada vastupanuvõimet teistele mõjustustele;
- 6) organisüsteemide kohanemisvõimet võivad oluliselt mõjustada psühholoogilised faktorid ja psüühika eripära.

Kui adaptatsioon ei ole piisav, tulevad kasutusele mitmesugused kompensatoorsed protsessid, mis peavad nivelleerima arengu puudujäägid. Näiteks hingamislihaskonna puuduliku funktsiooni tõttu tekkiva hapnikudefitsiidi peab kompenseerima südame-vereringesüsteemi funktsionaalne reserv. Südame-vereringesüsteemi suurenenud koormus kutsub esile rea morfofunktsionaalseid muutusi nii südames kui ka veres ja hemodünaamikas. Stressi tingimustes teiseb organismi hapnikuga varustavates organisüsteemides toimuvate muutuste ulatus ja vahekord.

Kasvavas organismis saab adaptatsiooniprotsesse mõjustada nii soodsas kui ka ebasoodsas suunas genotüübi programmi raamides. Selleks on vaja õigesti hinnata kasvava organismi potentsiaalseid eeldusi, leida kohanemisprotsesside nõrgemad lülid ja sihikindla suunamisega püüda neid arendada organismile soodsas suunas.

Kehaline aktiivsus, kehaline võimekus ja tervislik seisund on omavahel tugevasti seotud vastastikuse mõju põhimõttel. Fitness mitte üksnes ei mõjusta tervislikku seisundit, vaid just tervis limiteerib igapäevast kehalist aktiivsust, mille mõju omakorda määrab fitnessi taseme. Noorukite vähesel koormustaluvusel ja madalal tervise-fitnessil võib olla palju põhjusi. Koormustaluvuse suurendamiseks on aga ainult üks võimalus: kehalise aktiivsuse optimaalne suurendamine, millele peab kaasnema tervisliku elustiili järgimine (Oja, Telama, 1991; Kull, 1996).

Käesolev raamat on koostatud eelkõige kooliarsti ja kehalise kasvatusõpetaja igapäevase koostöö edendamiseks. Eesmärgiks on abistada õpilastega tegelevaid meditsiinitöötajaid ja kehalise kasvatusõpetajaid noorukite kehalise arengu ning võimete hindamisel, kehaliste võimete arendamisel, kehalise arengu mahajäämuse avastamisel ning korrigeerivat kehalist kasvatust vajavate õpilaste kehalise arengu suunamisel.

Autorid tänavad retsensente emeritprofessor Hans Grossi (Tallinna Pedagoogika Ülikool) ja professor Toivo Jürimäed (Tartu Ülikool) ning asjalike nõuannete eest õpetaja Väino Hussarit (Eesti Kehalise Kasvatuse Liidu juhatuse esimees)

Kehaline töö ja energiavajadus

Kehalise tegevuse tüübid

Igapäevases elutegevuses rakendatakse kolme tüüpi lihastööd ja koormust (joonis 1).

1. Staatileine koormus, mis on vajalik kehaasendi säilitamiseks. Staatilist koormust rakendatakse ka staatiliste jõuharjutuste (lukkamine, pigistamine jne.) puhul. Staatileine kestustöö on võimalik seni, kuni lihasesisene rõhk lihaskontraktsiooni ajal ei ületa kapillaarrõhku. Töötava lihase lihasesisese rõhu suurenemisel üle kapillaarrõhu väärtuste verevarustus lakkab ja sellega koos tekib väsimus.

2. Dünaamiline koormus, mis võib olla:

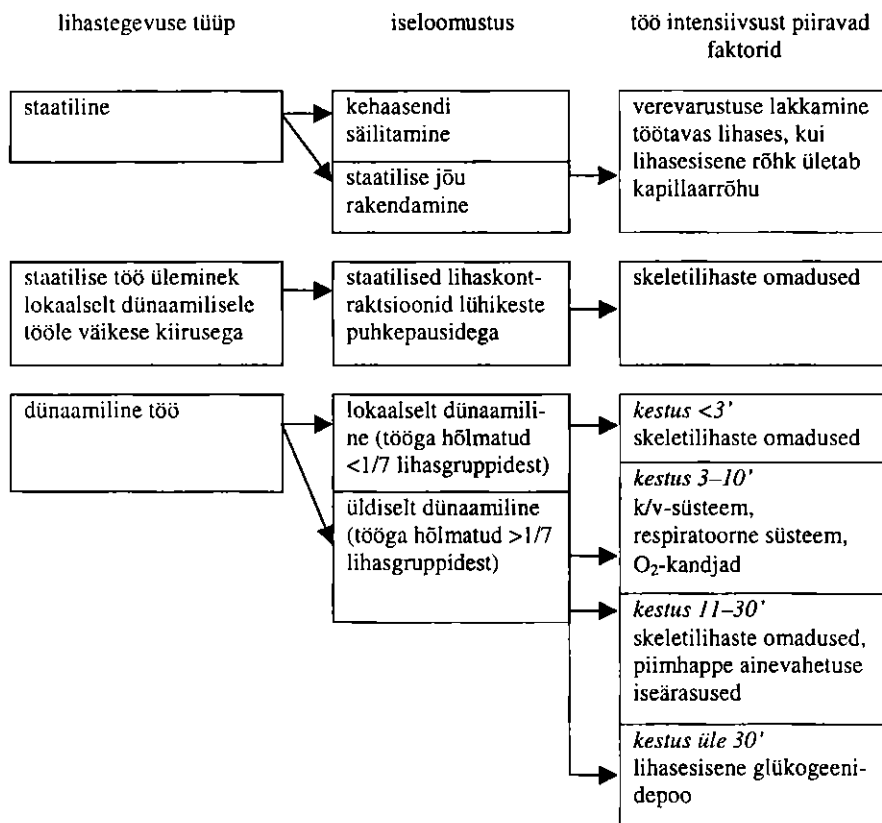
- lokaalselt dünaamiline, mille puhul lihastööga on hõlmatud ainult piiratud osa skeletilihaskonnast ($<1/7$ lihasgruppidest);
- üldiselt dünaamiline, kus tööga on haaratud suurem hulk skeletilihaskonnast ($>1/7$ lihasgruppidest).

Lokaalselt dünaamilise lihastöö efektiivsus sõltub eeskätt lihaste ja liigeste omadustest, neis toimivate biomehhanismide kiirusest. Lokaalselt dünaamilise lihastöö aktiveeriv mõju kardiorespiratoorsele süsteemile on vähene.

Paljusid lihasgruppe hõlmava dünaamilise töö puhul on oluline koormuse kestus. Kui töö kestus ei ületa 10–12 minutit, limiteerib teostatava töö võimaliku intensiivsuse kardiovaskulaarsüsteemi (k/v-süsteem) ja hapnikukandjate (erütrotsüüdid) funktsionaalne seisund. Lihaste omadused on vähem olulised. Kliinilises praktikas südame-vereringesüsteemi funktsionaalsete võimete hindamiseks tavapäraselt kasutatakse koormustestide meetodika sellel baseerubki.

Töö kestusel üle 30 minuti (kestuskoormusel) on väsimuse tekkimisel peale organismi hapnikutarbimise oluline lihasesisene glükogeeni hulk ja selle kasutamise võimalused.

3. Igapäevaelus vaheldub enamikul juhtudel staatileine tegevus (kehaasendi säilitamine) väikse kiirusega lokaalselt dünaamilise tegevusega, mis kardiorespiratoorselt süsteemilt erilist pingutust ei nõua. Töövõime määrab lihaste biokemism, taastumisprotsesside kiirus, aga ka koordineatsioon, painduvus, liigutuste kiirus, liigutuste ökonoomsus. Liigutuste ökonoomsusest sõltub olulisel määral energiakulu töö teostamisel.



Joonis 1. Igapäevase kehalise tegevuse tüübid ja seda piiravad tegurid.

Aeroobne kehaline töö

Hapnikutarbimine ja hapnikuvõlg

Konstantsete füsioloogiliste ja välistingimuste juures on ühe indiviidi hapnikuvajadus stabiilne. Energiakulu põhiainevahetuseks on keskmiselt 3,5 ml hapnikku 1 kg kehmassi kohta minutis. Energiakulu individuaalsete erinevuste nivelleerimiseks väljendatakse organismi energiavajadust sageli metaboolsetes ühikutes (ME). Üheks metaboolseks ühikuks loetakse energiavajadust põhiainevahetuse tingimustes. Praktilises tegevuses kasutatakse metaboolse ühikuna sageli suhtelise puhkeoleku seisundis (kergest einest on möödunud vähemalt kaks tundi, inimene on puhanud istuvas asendis vähemalt 30 min) vaja minevat hapnikuhulka, mis erineb põhiainevahetuse

tingimustes vajatavast hapnikuhulgast vähe. Koormuse mõjul energiavajadus suureneb. Lihaskontraktsiooni ja -lõõgastuse toimumiseks on vajalik energia. Tegelikult kasutatakse otseselt lihastöö teostamiseks ainult 20–25% koormuse ajal tarbitavast energiast, ülejäänud kulub soojuse produktsiooniks, metaboliitide ja ensüümide transpordiks.

Keskmiselt vabaneb 1 liitri hapniku põlemisel 5 kcal energiat (saadav energia hulk on sõltuvalt energiasubstraadist erinev: rasvade kasutamisel vabaneb 4,7 kcal, süsivesikute kasutamisel 5,05 kcal).

Väikese ja mõõduka koormuse puhul, mis ei nõua erioskusi ja keerukat liigutuskoodinatsiooni, on energiavajaduse tõus vähe mõjustatud organismi treenitusest. Ta sõltub koormuse liigist (kõnd, sörkjooks, jalgrattasõit) ja on paralleelne koormuse intensiivsusega. Standardkoormuse puhul on energiavajaduse tõus ($\Delta \dot{V}O_2$) milliliitrites 1 kg kehamassi kohta inimestel enam-vähem ühesugune. Hapnikuvajaduse suurenemine koormuse ajal sõltub koormuse iseloomust, s.o. jõukomponendi osatähtsusest koormusel ja koormuse võimsusest. Jõukomponendi osatähtsuse suurenemine tõstab oluliselt hapnikuvajadust. Kindla kehalise tegevuse (veloergomeetria, stepptest, jooksmine jne.) ja töö kindla intensiivsuse puhul on vajalik hapnikukulu kehamassi 1 kg kohta täpselt prognoositav (tabel 1). Jalgade veloergomeeterkoormuse teostamisel suurendab intensiivsuse kasv 1 W võrra hapnikuvajadust 12 ml/min. Hapnikutarbimise prognoosimisel koormuse ajal ei tohi jätta arvestamata liikumistehnikat — liigutuste ökonoomsust, millest sõltub oluliselt jõukomponendi suurus. Näiteks liikurajal jooksmisel on oluline kehahoiak, mis võib oluliselt muuta vajamineva energia hulka; ujumisel sama distantsi läbimiseks vajalik energia hulk sõltub ujumise stiilist jne. Treeninguefekt vastupidavusaladel baseerubki suurel määral liikumisökonoomial — sama tulemust on võimalik saavutada väiksema energiakuluga, seega aeroobse töövõime maksimaalne piir nihkub edasi.

Koormuse ajal ei suurene mitte üksnes skeletilihaste energiatarve, vaid ka intensiivselt töötava südamelihase ja hingamislihaste hapnikuvajadus. Täiskasvanul kulub iga liitri ventileeritud õhu kohta puhkeolekus hingamislihaste tarbeks 0,5–1,0 ml hapnikku, s.o. 1–2% kogu energiavajadusest ühes minutis. Kehalise koormuse ajal, eriti ebaökonoomse hingamisstiili puhul võib hingamislihaste vajaduseks mineva hapniku hulk ulatuda 10–20%-ni hapniku minutivajadusest. Südamelihase hapnikuvajadus sõltub südame seinasisesest rõhust, mille määravad vatsakestesisesed rõhud ja vatsakeste maht, südamelihase kontraktiilsusest ja südame löögisagedusest. Kontraktsioonikiiruse suurenemine 50% võrra tõstab südamelihase hapnikuvajadust umbes 40% võrra.

Koormuse algfaasis kujuneb organismis alati hapnikudefitsiit, kuna hapnikutranspordisüsteemi kohanemine uute vajadustega nõuab teatud aja. Stabiilse koormuse jätkudes jõuab hapnikutarbimine vastavusse vajadusega, tekib platoo e. *steady state*. Platoo saabumise kiirus sõltub koormuse intensiivsusest, vaatlusaluse soost ja treenitusest. Pärast koormuse lõpetamist hakkab hapnikutarbimine vähenema ja langeb kas koormuseelsele nivoole või stabiliseerub seoses ainevahetuse kiirenemi-

Tabel 1. Energiakulu suurenemine üle põhiainevahetuse mitmesuguste kehaliste tegevuste puhul (Spitzer jt., 1982).

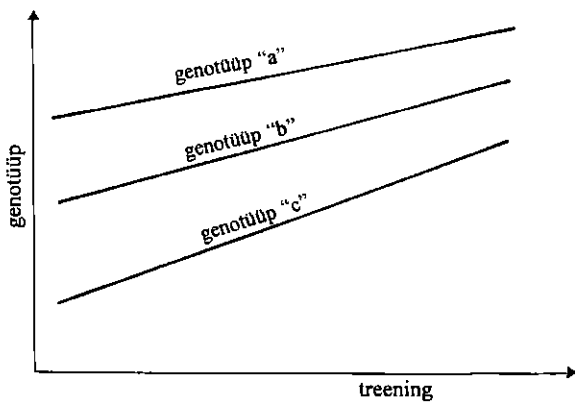
koormus	tingimused	energiakulu suurenemine (+kcal/kg/min)*
puhkus	istudes	0,1
kirjutamine		0,8
söömine	istudes	1,2
seismine		0,6
kodune töö (söögitegemine jms.)	seistes	1,6–2,3
käimine	tasasel pinnal ilma lisakoormiseta	
	2 km/h	1,8
	3 km/h	2,6
	4 km/h	3,4
	5 km/h	4,3
	6 km/h	5,7
	7 km/h	7,6
käimine	ilma lisakoormiseta	
	tänaval 4 km/h	3,4
	murul 4 km/h	3,6
	põllul 4 km/h	4,4
	soos 4 km/h	6,8
käimine	tasasel kõval pinnal 4km/h lisakoormisega	
	seljas 10 kg	3,6
	30 kg	5,6
	50 kg	7,4
	koormis ühe käe otsas	+10–15%
	koormis kahe käe otsas	–10%
mäkketõus	10° 2,5 km/h	
	ilma koormiseta	4,9
	20 kg koormisega seljas	8,1
	50 kg koormisega seljas	9,2
	16° 12 m/min	
	ilma koormiseta	8,3
	20 kg koormisega seljas	10,5
	50 kg koormisega seljas	16,0
trepist tõus	35° 100 astet/min.	
	ilma koormiseta	13,7
	20 kg koormisega seljas	19,5

* Energiakulu suurenemine 1 kg kehmassi kohta minutis üle põhiainevahetuse taseme.

tega veidi kõrgemal nivoool. Hapniku hulka, mida tarbitakse taastumisperioodil üle puhkeolekunivoo, nimetatakse hapnikuvõllaks. Hapniku suurenenud kasutamine taastumisperioodil on seotud koormuse ajal kudedesse kogunenud anaeroobse ainevahetuse produktide metaboliseerimisega (tõeline hapnikuvõllg), ajutisest kehaemperatuuri tõusust ja kudedes katehhooramiinide hulga suurenemisest tingitud hapnikutarbimise suurenemisega ning müoglobiini taasrikastumisega hapnikuga. Võrdsete koormuste puhul on treenituil hapnikuvõllg väiksem kui mittetreenituil.

Maksimaalne hapnikutarbimine ($\dot{V}O_2 \text{ max}$)

Inimese aeroobse töövõime piiriks on hapnikulagi e. maksimaalne hapnikuhulk ($\dot{V}O_2 \text{ max}$), mida on võimalik kasutada ajaühikus. Koormuse intensiivsuse suurendamisel üle $\dot{V}O_2 \text{ max}$ piiri hapnikutarbimine enam ei suurene ja ainevahetus muutub valdavalt anaeroobseks (Åstrand, Rhyming, 1954; Åstrand, Rodahl, 1970). $\dot{V}O_2 \text{ max}$ väljendatakse absoluutväärtusena ja suhtearvuna ml/min/kg. $\dot{V}O_2 \text{ max}$ väärtus on suures osas biofüsioloogiliste mehhanismidega geneetiliselt determineeritud (Prokop, 1989). Geneetiliste eelduste järgi on kolme tüüpi inimesi (joonis 2):



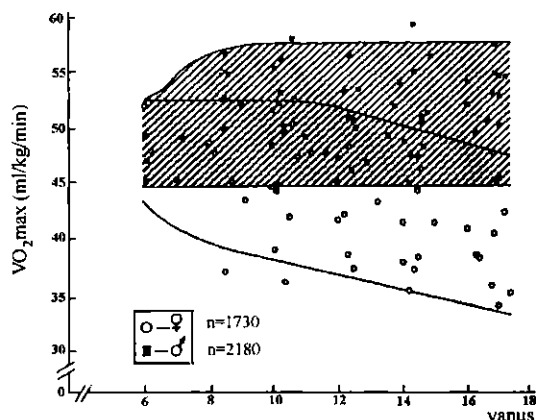
Joonis 2. Aeroobne töövõime sõltuvalt genotüübist ja selle muutumine treeningu jooksul. genotüüp "a" — suure hapnikutarbimisega, genotüüp "b" — keskmise hapnikutarbimisega, genotüüp "c" — väikse hapnikutarbimisega.

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ väärtuste sooline erinevus ilmneb juba viiendast eluaastast. Poistel on $\dot{V}O_2 \text{ max}$ veidi kõrgem kui tüdrukutel. $\dot{V}O_2 \text{ max}$ absoluutväärtused suurenevad poistel kuni 18. eluaastani. Tüdrukute $\dot{V}O_2 \text{ max}$ väärtused suurenevad kuni 12. eluaastani, edasi protsess oluliselt aeglustub ja pärast 14. eluaastat enam ei suurene, vaid näitab pigem langustendentsi (Bar-Or, 1983).

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ sõltub eelkõige lihasmassi hulgast organismis. Tüdrukute $\dot{V}O_2 \text{ max/kg}$ vähenemine pärast 13.–14. eluaastat on seotud kehakaalu suurenemisega rasva arvel. Kui arvutada $\dot{V}O_2 \text{ max}$ 1 kg rasvavaba massi kohta, siis teiste limiteerivate tegurite stabiilsuse puhul relatiivse $\dot{V}O_2 \text{ max}$ dünaamika seos vanusega puudub (Rowland, 1996). Seega on suhteline $\dot{V}O_2 \text{ max}$ näitaja individuaalne ega sõltu kehamõõtmetest. Viimaste uurimuste alusel kaheldakse, kas laste aeroobne töövõime on tegelikult ikka väiksem kui täiskasvanul, nagu varem väideti. Fakt, et suhteline $\dot{V}O_2 \text{ max}$ 1 kg kehamassi kohta stabiilse kaalu puhul elu jooksul oluliselt ei muutu (joonis 3), on kaalukas vastuargument.

$\dot{V}O_2 \text{ max}$ suurenemine treeningu mõjul on võimalik piiratud määral hapnikutranspordi kahe lüli kaudu:

- 1) vere hapnikukandja hemoglobiini hulga suurendamise teel;
- 2) hapniku difusiooni parandamisega töötavates lihastes ja oksüdatiivsete ensüümide hulga ja aktiivsuse kasvuga.



Joonis 3. Relatiivne maksimaalne hapnikutarbimine (ml/kg/min) sõltuvalt vanusest (Bar-Or, 1983).

Kõik teised faktorid, mis mõjustavad aeroobset töövõimet, võivad seda vähendada, kuid mitte suurendada. $\dot{V}O_2\text{max}$ ei suurene ka pikemaajalise treeningu mõjul üle 20–30–40%.

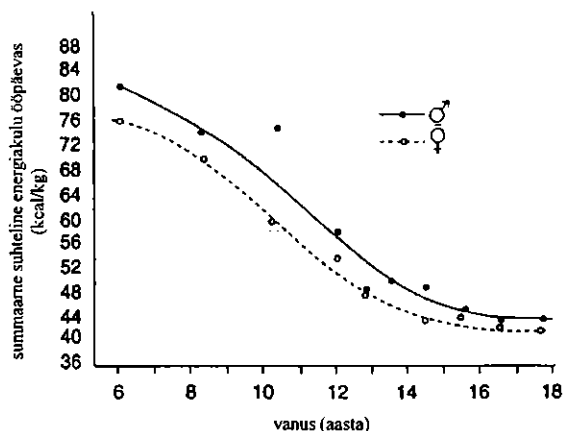
Indiviidi kehalise töövõime määrab peale geneetiliste eelduste kaks faktorit, mida töövõime hindamisel ei saa jätta tähelepanuta:

- 1) liigutuste tehnika ja metaboolne ökonoomsus;
- 2) lihaste metaboolne reserv.

Liigutuste tehnika ja metaboolne ökonoomsus avaldavad mõju eeskätt energia-kulule. Sama intensiivsusega töö puhul võib ühe indiviidi energiakulu olla oluliselt suurem kui teisel. Seda seostatakse eelkõige liigutuste tehnika ebatäiuslikkusega. See ilmneb selgesti testimisel veloergomeetril, liikurajal, jooksmisel ja käimisel. Liikumistehnika ökonomiseerumisele kaasub treeningu mõjul ka metaboolsete energiatootmismehhanismide efektiivsuse ja ökonoomsuse kasv, seega kulub sama töö tegemiseks tunduvalt vähem energiat. Olemasoleva energeetilise varuga on võimalik sooritada suuremat hulka tööd — aeroobse töö lagi, arvatuna sooritatud töö hulga kaudu, nihkub suuremate väärtuste suunas.

Lihaste metaboolse reservi puudulikkus ilmneb eriti selgesti, kui võrrelda energia-kulu erinevust maksimaalse töö ja kestustöö puhul (koormuse intensiivsus 50–75% maksimaalsest). Lastel on metaboolne reserv oluliselt väiksem kui täiskasvanul. Näiteks 8-aastane poiss vajab jooksmiseks kiirusega 180 m/min 90% oma aeroobsest töövõimest, 16-aastane ainult 75%. Seega pole 8-aastane võimeline jooksmas kiiresti pikka maad, aeglaselt tempos aga küll. Lihaste metaboolse reservi puudulikkus ja piiratus võib olla väikese koormustaluvuse põhjuseks ka noorukil ja täiskasvanul.

$\dot{V}O_2\text{max}$ määramisel otseste meetoditega liigutuste tehnika ja metaboolse reservi piiratus tulemusi ei mõjusta. Seega väljendab otsestel meetoditel määratud $\dot{V}O_2\text{max}$ väärtus aeroobse töövõime potentsiaalseid võimalusi. On aga võimalik, et koormus lõpetatakse enne $\dot{V}O_2\text{max}$ saabumist. Sel puhul võivad kaudsel teel arvatud



Joonis 4. Üldise kehalise aktiivsuse vähenemine lapse- ja noorukieas mõõdetuna energiakuluga (kg) kehamassi kohta (Rowland, 1990).

$\dot{V}O_2$ max väärtused olla tegelikest tunduvalt madalamad. Joonis 4 peegeldab ööpäevase energiakulu vähenemist 1 kg kehamassi kohta sõltuvalt vanusest. Liikumistehnika ökonoomsus, tema põhikomponentide — kiiruse, osavuse, painduvuse ja koordineerimise tase on peamised, mis määravad terve inimese tegeliku töövõime nii spordis kui ka igapäevategevuses.

Anaeroobne kehaline töö

Laste ja noorukite anaeroobse töövõime iseärasused

Anaeroobse energiaproduktiooni osatähtsust iseloomustab piimhappehulk veres. See ei tõuse maksimaalsele tasemele submaksimaalse koormuse ajal, vaid taastumisperioodi 3.–10. minutil, sõltuvalt koormuse iseloomust, kestusest ja piimhappe verre difundeerumise kiirusest. Vere piimhappesisaldus ei sõltu soost. Puhkeolekus on piimhappesisaldus 1,0–1,2 mmol/l, seega funktsioneerib anaeroobne komponent energiavahetuses pidevalt.

Anaeroobne töövõime on lapsel oluliselt madalam, võrreldes täiskasvanuga. See on seotud lihaste koostise kvalitatiivse erinevusega (tabel 2). Anaeroobne töövõime ei sõltu kehakaalust, vaid on seotud otseselt vanuse, arengu ja sugulise küpsemisega. Eriti suur on ealine erinevus lihaste glükolüütilises mahtuvuses ja selle võimalikus kasutamises koormuse ajal. Normiks võetakse 18-aastase inimese anaeroobne töövõime.

Uurimistulemused näitavad, et laste lihaste väiksem glükolüütiline aktiivsus on seotud lihasesiseste ensüümide — püruvaatdehüdrogenaasi, fosfofruktokinaasi, fosforülaasi vähesusega. Nende hulk lihases suureneb 13. eluaastast kuni 16.–17. aastani, mis tingib ka anaeroobse töövõime suurenemise.

Tabel 2. Energiasubstraatide sisaldus lihastes ja nende kasutamine kehalise koormuse ajal puberteedi alger perioodil (Eriksson ja Saltin, 1974; Eriksson, 1980; Karlsson, 1971).

aine	puhkeolekus		kasutamine koormuse ajal
	sisaldus märglihases mmol/kg	võrreldes täiskasvanutega	
ATP	3,5–5	=	=
KP	12–22	↓	= ↓
glükogeen	45–75	↓	↓ ↓

= sama võrreldes täiskasvanutega, ↓ madalam

Aeroobse töö üleminek anaeroobseks ja selle määramine

Aeroobset energiaproduktsiooni limiteerib ATP resünteesi kindlustavate mitokondrite ja oksüdatiivsete ensüümide hulk ning aktiivsus lihaskiududes, hapniku juurdevool mitokondritele ja ainevahetuse vaheproduktide kontsentratsioon lihases. Kui nimetatud faktorid ei kindlusta aeroobset ATP resünteesi, lülitub ATP resünteesi kiiruse säilitamiseks sisse anaeroobne energiaproduktsioonimehhanism. Lastel tekib see oluliselt kiiremini kui täiskasvanutel.

Tõusvate koormuste puhul ületab laktaadi produktsioon teatud punktis tema eliminatsiooni verest ja laktaadihulk suureneb hüppeliselt. Verehomöostaasi (happeleelistasakaalu) säilitamiseks kaasub sellele kopsude ventilatsiooni hüperproportsionaalne suurenemine, mis ületab metaboolsed hapniku vereringesse pakkumise vajadused mitu korda. Kõrgeimat koormusastet e. võimsust või jooksukiirust, mille sooritamisel on võimalik laboratoorsete meetoditega määrata anaeroobse metabolismi kiirendatud ja mittelineaarset sisselülitumist, nimetatakse anaeroobseks lävikoormuseks. ATP resünteesi häired ja hüpokseemiline seisund tekivad ainult töötavas lihases. Mittetöötavates lihastes võib pO_2 olla kõrge. Piimhappe suurenemine kogunemine ja koos sellega rakusisese pH langus vähendab lihase erutatavust ja lihasjõu säilimist. Millisel hapnikutarbimise nivool asendub aeroobne energiatootmine valdavalt anaeroobsega, sõltub vanusest, individuaalsetest iseärasustest, treenitusest, treeningu iseloomust.

Anaeroobse töövõime üheks näitajaks on atsidoosinivoo, mida lihas suudab taluda, olles samal ajal veel kontraktsioonivõimeline. Treenimata isikud ei suuda taluda arteriaalse vere pH langust alla 7,2. Treenitud täiskasvanud võivad erandjuhtudel taluda arteriaalse vere pH langust 6,8-ni (lihases pH 6,6). Lapsed pole võimelised pH muutust veres ja lihastes taluma. Atsidoositaluvus suureneb vanusaastaga 0,01–0,02 ühiku võrra.

Piimhappe kontsentratsiooni tõusu kaudseks näitajaks ja aeroobse töövõime piiri väljendajaks on respiratoorse koefitsiendi (RQ) dünaamika koormuse ajal:

$$RQ = \frac{\text{eritunud CO}_2 \text{ ml/min}}{\text{tarbitud O}_2 \text{ ml/min}}$$

Puhkeolekus on $RQ < 1$. RQ suurenemine 1-ni koormuse ajal näitab individuaalse aeroobse koormustaluvuse maksimumi saavutamist. Pärast koormust võib RQ tõusta 1,3-ni seoses lihastest vabaneva piimhappe kiire aeroobse metaboliseerimisega.

Energiavajaduse stabiliseerumine koormuse ajal

Kindla intensiivsusega koormuse sooritamiseks on vajalik kindel hulk energiat. Hemodünaamiliseks püsiseisundiks peetakse, kui pulsisagedus ei muutu 2–3 minuti vältel üle 3–8 löögi/min. Eri autorite andmeil on kriteeriumid erinevad: < 3 lööki/min (Bengtsson, 1956), < 5 lööki/min (Thoren, 1970), 4–6 minuti vältel < 8 lööki/min (Klimt, 1992) või hapnikutarbimine samal ajavahemikul ei kõigu üle 50 ml/min (Mellerowicz, Franz, 1983).

Energiaproduktiooni optimaalse taseme saavutamiseks on vajalik kindel aeg. Vegetatiivne närvisüsteem ja siseorganid kõlastuvad ümber aeglasemalt kui lihastalitluse regulatsioon. Koormuse algfaasis kaetakse energiavajadus osaliselt anaeroobsel teel. Hapnikutarbimise stabiliseerumine (platoo e. *steady state*'i teke) koormusele toimub täiskasvanul olenevalt koormuse intensiivsusest 2–5–7 minuti jooksul. Suurte koormuste ja piirkoormuste puhul, mida suudetakse sooritada vaid mõned minutid, adaptatsiooniperiood lüheneb. Prepuberteedis stabiliseeruvad vegetatiivsed funktsioonid kiiremini kui täiskasvanul. Juba esimese 30 sekundi vältel saavutatakse ~55% vajalikust hapnikunivoost (täiskasvanutel ~33%). On täheldatud olulist korrelatsiooni vanuse ja aja vahel, mil hapnikutarbimine submaksimaalsel koormusel tõuseb 50%-ni vajalikust hapnikuhulgast. Senini puudub ühtne arvamus, kas kiirem platoo ilmumine lastel ja noorukitel on kompensatoorne reaktsioon lihaste väiksemale glükolüütilisele mahtuvusele või on see seotud vereringe lühema ajaga väiksema kehamassi tõttu. Stereotüüpsituatsioonides ilmnev kohanemisreaktsioonide kiirenemine ei toeta väikse kehamassi teooriat.

Adaptatsioonireaktsioonide erinevus sõltuvalt soost ilmneb 10–11 aasta vanuses. Poistel on adaptatsioonireaktsioonid stabiilsemad kui tüdrukutel. Hemodünaamiline püsiseisund tekib noorukil ainult suhteliselt lühiajalise (≤ 30 minutit) ja/või väikese intensiivsusega dünaamilise töö ajal.

Kestuskoormuse ajal (koormuse kestus ≥ 30 minutit), kui koormuse intensiivsus on 60–70% maksimaalsest, algul (esimesel 10 minutil) hemodünaamika stabiliseerub, edasi aga hakkab südame löögisagedus kiirenema, olles töö lõpul 10–15% kiirem kui esimesel kümnel koormuseminutil. Hapnikutarbimine suureneb töö käigus aeglaselt, kuid pidevalt (~1–2 ml/kg kohta). Aeglaselt hakkab tõusma arteriaalse vere laktaadihulk, väheneb K^+ sisaldus ja vereplasma maht.

Staatilise pingutuse ajal ei teki hemodünaamika püsiseisundit isegi siis, kui koormus töötavas lihasgrupis on vaid 20% maksimaalsest. Lihas väsib kiiremini, kui jõuab stabiliseeruda hemodünaamika.

Puberteediperioodil, eriti selle algul väheneb organismi adaptatiivsete reaktsioonide efektiivsus kohanemisel kehalise koormusega, võrreldes puberteedieelse perioodiga. On kirjeldatud isegi hapnikutranspordi võime vähenemist noorukieas ja hapnikuplatoo suurt ebastabiilsust püsikoormuse sooritamise ajal. Energiavahetuses tekkinud stabilisatsioonihäireid püsikoormusel seostatakse kardiorespiratoorse süsteemi düsbalansseeritud talitlusega, mis peaks kaduma 16.–17. eluaastaks.

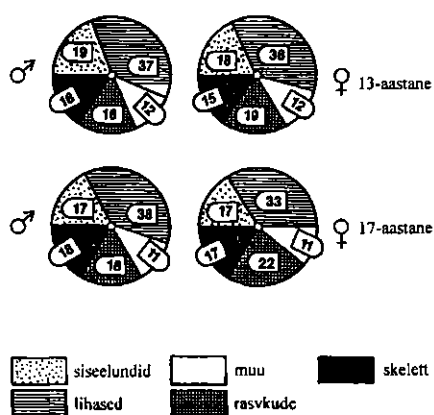
Kehalist saavutusvõimet piiritlevate organismisüsteemide arengu iseärasused lapse- ja noorukieas

Kesknärvisüsteem ja närvi-lihasaparaat

Kehalist saavutusvõimet piiritlevate paljude tegurite hulgas jõuab oma arengus kõige esimesena kõrgtasemele liigutuskoodinatsioon. Lihaste biovoolude registreerimine kinnitab, et mida noorem on laps, seda suurem on lihaste arv, mille kontraktsioonid kaasnevad liigutusülesande täitmisel põhilihaste tööga. Alates 10–12 aasta vanusest on liigutusanalüsaatori areng jõudnud sellise tasemeni, et kõrvalliigutused ja liigne lihaspinge kaovad. Liigutusanalüsaatori hoogne arenemine loob 11–14-aastastel eriti head eeldused koodinatsiooni kõrge taseme saavutamiseks.

Kuni kuuenda eluaastani on lihaste morfoloogilised muutused väheintensiivsed. Kuuendast eluaastast alates ilmnevad lihaste struktuuris mitmed kvalitatiivsed muutused: suureneb müofibrillide arv ja kontraktsioonivõime, lihaskiud paksenevad. Uus murdemoment lihaste arengus tekib 10.–12. eluaastal. Lihaskiudude paksenemine hoogustub. Selle põhjus peitub endokriinnäärmete talitluses, nende võimes produtseerida järjest rohkem lihasvalkude sünteesi stimuleerivaid androgeene. 15. eluaastaks ulatub nooruki lihasmass 33%-ni kehamassist. Võrdluseks olgu toodud lihasmassi hulk vastündinul: keskmiselt 23% kehamassist. Täiskasvanud mehel moodustavad skeetilihased umbes 44% kehamassist. Eriti intensiivselt kasvab lihasmass noormeestel pärast sugulist küpsemist. Esimese 15 eluaasta jooksul kasvab lihasmassi osa kehamassist keskmiselt 10% võrra, järgneva 2–3 aasta vältel suureneb lihasmass enam-vähem samavõrra.

Ehkki kehalises tegevuses on juhtiva tähendusega lihaste morfoloogiline areng, ei tohi unustada kehalise tegevuse ja võimekuse seisukohalt passiivsete keha koostise komponentide tähtsust organismi arengule (joonis 5). Tütarlastel on nahaalune



Joonis 5. Organismi põhikomponentide masside eadünaamika Tallinna eesti rahvusest kooliõpilastel protsentes kogu kehast (Silla, Teoste, 1989).

rasvkude mehhaanilise kaitse ja energeetilise depoo kõrval ülitähtis mõjufaktor menstruaaltsükli väljakujunemisele.

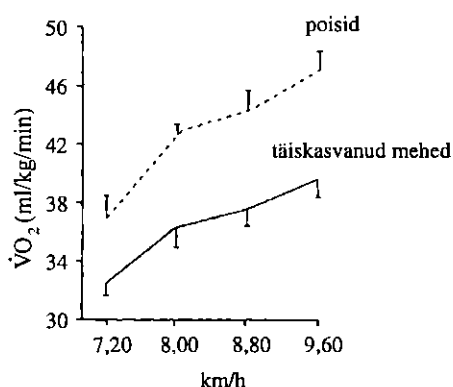
Südame-vereringesüsteem ja hingamisfunktsioon

Organismi hapnikuomastamise võime on kudede funktsioneerimise ja arengu energeetiliseks aluseks ning kehalise pingutuse energeetilise taseme piiritlejaks.

Lapse süda on suhteliselt väike, magistraalarterid südame mahuga võrreldes liiga avarad, veenid aga kitsad. Suhteliselt suur veresoonte valendik arteritest kuni kapillaarideni võimaldab täita südamel oma ülesannet võrdlemisi väikese energiakuluga — tal ei tule ületada suurt vastupanu. Kitsad veenid aga hõlbustavad vere tagasivoolu südamesse. Selline jõudeseisundi tarbeks soodne olukord takistab vereringluse ulatuslikku intensiivistamist vajaduse korral ja tugeva kehalise pingutuse sooritamist. Avara arteriaalse sängi korral on vereringe tunduv intensiivistamine võimalik vaid tugeva südame olemasolul. Seda aga lastel pole ja seetõttu ei teki ka kehalise pingutuse sooritamisel ulatuslikku arteriaalse vererõhu tõusu.

Seega jääb pingutussituatsioonis lapse südame-vereringesüsteemi funktsionaalne reserv üpris piiratuks, mille tõttu on tagasihoidlikud ka võimalused transportida hapnikku töötavatele lihastele. Uuringute andmetel tarbivad 9–13-aastased lapsed töö ajal iga südamelöögi kohta 2–2,5 korda vähem hapnikku kui täiskasvanud.

Hapnikutranspordi võimalusi kahandab suhteliselt väike hemoglobiini üldhulk ja hingamisfunktsiooni madal efektiivsus. Kui täiskasvanud inimene peab 100 ml hapniku sidumiseks veres kopsudest läbi ventileerima keskmiselt 2,3 l õhku, siis 15-aastane nooruk vajab selleks 2,4 l, 10-aastane 2,7 l ja 5-aastane laps 3,2 l õhku. Noorukitel esinev üle 10% suurem suhteline hapnikutarbimine submaksimaalsetel jooksu-kiirustel (joonis 6) näitab töö madalamat mehhaanilist efektiivsust ja kõrgemat metaboolset kulu, võrreldes täiskasvanutega.



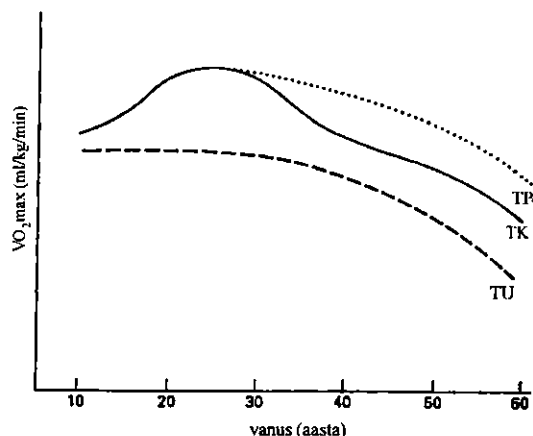
Joonis 6. Energiakulutuse ökonoomsus submaksimaalsel pingutusel (liikurrajal) 9–10-aastastel poisidel ($\dot{V}O_2$ max 63,0 ml/kg/min) ja 18–25-aastastel keskmise treenitusega meestel ($\dot{V}O_2$ max 65,3 ml/kg/min) (Unnithan, Eston, 1990).

Ainevahetus ja kehaline töövõime

Lapse ja nooruki ainevahetusele on omane koevalkude intensiivne süntees. See nõuab organismilt märkimisväärsed energieetilisi lisakulutusi, mistõttu vähenevad lihastöö energieetilise kindlustamise võimalused. Laste ja noorukite lihastööd iseloomustab täiskasvanuga võrreldes madalam mehhaaniline kasutegur, seega kulutab ta sama töö teostamiseks rohkem energiat ja hapnikku. Aeroobse töö piiratus tingib anaeroobsete protsesside märksa varasema sisselülitumise vajaduse. Paraku pole võimalik anaeroobseid protsesse ulatuslikult kasutada, sest puhversüsteemide võimsus on väike ja noor organism on väga tundlik sisekeskkonna pH muutuste suhtes.

Loetletud asjaolud limiteerivad laste ja noorukite võimalusi intensiivseks kestustööks. Seevastu on nad võimelised kestvaks mänguliseks aktiivsuseks ka mitmeid tunde vältava liikumistegevuse korral, sest laste mängud koosnevad enamasti lühiajalistest aktiivse tegevuse puhangutest, mis vahelduvad üleminekuga vähem intensiivsetele tegevusvormidele ja puhkepausidele.

Täiskasvanule omane südame-mõõtmete proportsioon saavutatakse puberteediea lõpuks. Normaliseerub hemoglobiini üldkogus kehamassi suhtes, täiustub hingamisfunktsioon. Maksimaalse hapnikutarbimise võime ($\dot{V}O_2$ max) suureneb koos kehamõõtmega poeglastel enam kui tütarlastel. Kui seda näitajat väljendada kehamassi suhtes, siis ilmneb, et juba keskmises koolieas on saavutatud treenimata täiskasvanule omane tase. Vaatamata sellele ei suuda kooliealised sportlased reeglina konkureerida täiskasvanutega vastupidavusaladel, välja arvatud ujumises. Noorukiea kehalise aktiivsuse ja saavutatud $\dot{V}O_2$ max mõju aeroobsele töövõimele hilisemas eas demonstreerib joonis 7.



Metaboolne spetsialiseerumine

Treenimata ja süstemaatiliselt treenivate isikute kehaliste võimete võrdlemisel jäetakse sageli tähele panemata inimeste genotüüpsed kehalised eeldused ning tulemid kantakse treeningu arvele. Unustatakse, et kõrge $\dot{V}O_2\text{max}$ ja lühike reakt-siooniaeg on suures osas kaasasündinud anded. Kindla spordialaga tegelemiseks, eriti tipptasemel, tehakse alati valik kehaliste eelduste alusel ja arendatakse just neid võimeid, mis on antud spordiala viljelemiseks vajalikud. Näiteks sprinteritel on eelduseks hästi arenenud lihaskond, kusjuures kiired lihaskiud peaksid olema ülekaalus. $\dot{V}O_2\text{max}$ võib neil olla tavalisel keskmisel tasemel. Pikamaajooksjad see-vastu on saledad, skeletilihaskond sisaldab isegi ligi 80–90% aeglasi kiude, $\dot{V}O_2\text{max}$ väärtused on kõrged, kiirusjõud aga sageli keskmine või alla selle.

On teada, et lapsed-staarsprinterid on teistest tublimad ka pikamaajooksus ja paljudes meeskonnamängudes. Bar-Ori (1993) andmeil on enamikul kõrge $\dot{V}O_2\text{max}$ väärtustega lastel üle keskmise ka anaeroobne töövõime. Bell, MacDougall (1980) uuringud näitavad, et treenimata kuueaastase ja treenimata täiskasvanu lihasspekter ei erine. Jacobsi jt. (1982) uuringute alusel võib väita, et kolmeaastase vastupidavustreeningu järel poiste lihaskiudude spekter ei muutu. Seega on enamik uurijaid arvamisel, et lapsed enne puberteeti on metaboolsed mittespetsialistid, isegi siis, kui nad treenivad spetsiaalseid spordialasid.

Lihaskiud diferentseeruvad esimesel eluaastal. Siiani pole kliiniliste rutiin-analüüsidega täpselt määratav, millised lihaskiud on lapsel ülekaalus.

Kehaliste võimete iseärasused sõltuvalt vanusest

Bioloogilise arengu ja kehaliste võimete järgi võib laste kooliea jaotada järgmiselt.

Prepuberteet e. noorem kooliiga (7–10-aastaselt). Laps kasvab pikkusesse aeglasmalt kui eelnenud aastatel. Areneb koordinatsioon ja sellega töö ökonoomsus. Lihased on suhteliselt vähe arenenud. Jõud suureneb koordinatsiooni paranemise arvel.

Eelkoolieas suureneb reaktsioonikiirus progresseeruvalt koos vanusega, seitsme- ja üheksa-aastaste laste reaktsioonikiirus aga enam oluliselt ei erine. Kiirus ja kiirusjõud suurenevad 6.–12. aastani sammu sageduse arvel, hilisemas perioodis on kiiruse suurenemine võimalik vaid sammu pikenemise arvel. Liigeste liikuvus suureneb 10. aastani. Järgnevatel aastatel tavaliselt liigeste liikumisamplituud väheneb kiiresti.

Varajane e. esimene puberteediperiood (11–14-aastaselt). Sellel perioodil toimub kiire pikkuskasv, see võib olla nii harmooniline kui ka disharmooniline. Kehaehituse ebaproportsionaalsus põhjustab keha raskuskeskme nihkumise, seetõttu muutub nii staatiline kui ka dünaamiline töövõime. Üheaegselt pikkuskasvuga ei arene piisavalt lihaskond. Lihaskorseti puudumine on peamiseks rühihäirete tekke põhjuseks 11.–14. eluaasta vahel. Luustiku pikkuse ja lihaskonna disproportsioon on koordinatsioonihäirete tekke põhjuseks. Koordinatsioonihäired on aga liikumissoovi vähenemise üheks põhjuseks. Väljendunud koordinatsioonihäired võivad mõjustada üldist kehalist töövõimet, eriti vastupidavust.

Hiline e. teine puberteediperiood (tütarlastel 13–16-aastaselt, poistel 14–17-aastaselt). Paralleelselt androgeenide peegli tõusuga organismis harmoniseerub kehaehitus, hakkab suurenema lihasmass, paraneb koordinatsioon ja suureneb jõud (Klimt, 1985). Jõunäitajad suurenevad peamiselt lihasmassi suurenemise, vähem koordinatsiooni arvel. Lihaste arenguga paralleelselt ei arene liigesed ja liigesside-med. Nad jäävad arengus maha, on suhteliselt nõrgad ja seetõttu kergesti kahjustatavad.

Selles vanuses diferentseeruvad lõplikult kehaehituse tüüp ja individuaalne kehaline töövõime. Maksimaalse jõu saavutavad tüdrukud 15–17-, noormehed 18–25-aastaselt. Üldine dünaamiline aeroobne töövõime on tütarlastel suurim 16–18-, noormeestel 19–20-aastaselt.

Noorukieas ja vahetult järgneval eluperioodil saavutatud aeroobne töövõime ja jõud ning treenitus määravad kehalise küpsuse taseme keskeas. Taandareng, mis paratamatult kaasneb vananemisega, algab sellelt saavutatud kõrgemalt tasemelt. Taandarengu kiirus mõjustab oluliselt elukvaliteeti kesk- ja vanemas eas. Kui taandareng ületab kriitilise taseme ja adaptatiivsus väheneb oluliselt, ei ole organismüsteemid enam võimelised oma ülesannetega toime tulema. Taandarengu intensiivsust pidurdab oluliselt kehaline aktiivsus, otstarbekas ja süstemaatiline treening. Täiskasvanute üldise kehalise töövõime dünaamika hindamisel tuleb lähtepunktina arvestada noorukiea lõpul saavutatud kehalise töövõime tasemega.

**Kardiovaskulaarse ja
hingamissüsteemi
koormusreaktsioonide
iseärasused noorukieas**

Südame minutimaht ja löögimaht

Koormuse ajal suurenenud energiavajaduse tõttu tõuseb hapnikutarbimine. Hapnikutarbimist on võimalik suurendada kahel viisil:

- 1) hapniku intensiivsema transportimisega kudedesse, s.o. südame minutimahu suurendamisega;
- 2) hapniku parema ärakasutamisega kudedes, s.o. arteriovenoosse diferentsi suurendamisega vereringesüsteemi lõpplüli kapillaarides.

Kuna teatud koormuse sooritamiseks on vajalik alati kindel hulk energiat, olenemata vanusest ja soost, siis vereringesüsteemi lõpplüli hea funktsioneerimine kergendab oluliselt südame tööd.

Südame töö on mõõdetav läbipumbatud verehulgaga ajaühikus — südame minutimahu (MM ; l/min). Südame minutimahu standardiseeritud ühikuna on kasutusel südameindeks (SI), kus südame minutimaht on jagatud kehapindalale ($l/min/m^2$).

Südame töö, s.o. minutimahu suurendamiseks on kaks võimalust.

1. Löögimahu (LM) suurendamine kas südamemahu suurendamise (Frank-Starlingi mehhanism) või müokardi tugevama kontraheerumise ja jääkverehulga vähendamise (isomeetiline hüperfunktsioon) teel. Tavaliselt kasutatakse mõlemaid mehhanisme paralleelselt.
2. Südame kontraktsioonide sageduse (H_f) tõstmine.

Südame minutimahu suurenemine löögimahu arvel on tunduvalt ökonoomsem kui suurenemine südame löögisageduse arvel. Lapse- ja noorukieas suureneb südame minutimaht nagu täiskasvanutelgi paralleelselt koormuse intensiivsuse tõstmisega. Maksimaalsel koormusel korreleeruvad südame minutimahu väärtused lapse vanusega. Maksimaalse koormuse puhul on lapsel minutimahu väärtused täiskasvanu omast madalamad, samal ajal hapniku utilisatsioon perifeerias oluliselt suurem.

Terve nooruki südame löögimahu suuruse määrab:

- 1) südameõõnte anatoomiline suurus;
- 2) diastoolse lõõgastumise ulatus;
- 3) venoosne naas e. verehulk, mis taaspöördub venoossest süsteemist südamesse.

Löögimahu ebapiisav suurenemine noorukieas on tingitud kõige sagedamini südame mõõtmete ja somatomeetriliste mõõtmete disproportsioonist ja/või venoosse naasu ebapiisavusest seoses venoosse süsteemi mahtuvuse suurenemisega funktsionaalsete regulatsioonihäirete ja/või vähe arenenud skeletilihaskonna pumbafunktsiooni nõrkuse tõttu.

Lamavas asendis e. klinostaasis läheneb südame diastoolne täitumine juba puhkeolekus maksimaalsele. Lamavas asendis sooritatud koormuse ajal suureneb löögimaht

vähe ja on võimalik vaid jääkverehulga vähenemise arvel südame intensiivsema kontraheerumise tõttu.

Püstiasendis e. ortostaasis väheneb gravitatsioonijõudude mõjul löögimaht puhkeolekus tavaliselt 20–40%, võrreldes löögimahuga klinostaasis. Koormuse ajal võib hea venoosse naasu puhul (tugevad kõhu- ja jalalihased) löögimaht suureneda kuni kaks korda, võrreldes koormuse-eelsega ja isegi ületada vähesel määral löögimahu väärtusi lamavas asendis puhkeolekus.

Hästi arenenud lihaskonnaga aktselerantidel on südame ökonoomsema töö tõttu eakaaslastega võrreldes suuremad funktsionaalsed võimed, mis kätkeb aga ülepingutuse tekke ohtu mittetäielikult väljaarenenud tugiaparatuuris ja südame ülekoormamist.

Südame funktsionaalse võimekuse üle otsustada üksnes löögimahu suurenemise järgi koormusel ei ole õige. Hinnangu andmisel tuleb arvestada komplekselt nii südame suurust, tema diastoolset funktsiooni, ortostaatilisi mõjustusi kui ka skeetilihas-konna arengut.

Südame löögisagedus

Südame maksimaalne löögisagedus on isiku jaoks stabiilne suurus. Südame löögisageduse maksimaalseid väärtusi limiteerib siinussõlme funktsionaalne seisund ning see on tervel inimesel lapse-, nooruki- ja nooremas täiskasvanueas vahemikus 195–220 lööki/min. Maksimaalne pulsagedus ei sõltu kehaehitusest, soost, treenitusest, südame suurusest ega välismõjustest, nagu kliima jms. Täiskasvanueas väheneb südame maksimaalne löögisagedus 0,7–0,8 lööki/min võrra aastas ja seda seostatakse sümpaatiliste närvikiudude demüeliniseerumisega.

Südame löögisageduse kiirenemine lastel ja noorukitel koormuse ajal oleneb koormuse raskusest ja iseloomust. Hapnikutarbimise ja pulsageduse tiheda lineaarse sõltuvuse ning pulsageduse määramise lihtsa meetodika tõttu peetakse pulsagedust üheks olulisemaks koormuse intensiivsuse hindamise parameetriks.

Koormuse submaksimaalse ja väiksema intensiivsuse juures sõltub pulsagedus vanusest, soost, treenitusest ja välismõjustustest. Tütarlastel on pulsagedus nii puhkeolekus kui ka sama intensiivsusega koormuse puhul 10–30 lööki/min võrra suurem, võrreldes poistega. Sooline diferents ilmneb alates 6.–7. eluaastast ja püsib kogu elu. Stress-situatsioonis laste ja noorukite südame löögisagedus kiireneb esimese 5–15 sekundi vältel tunduvalt enam kui täiskasvanuil. Juba väikese koormuse juures (20–30% maksimaalsest) võib see tõusta submaksimaalsete väärtusteni (160–170 lööki/min). Koormuse intensiivsuse suurendamine 70%-ni pulsagedust enam oluliselt ei kiirenda. Seega on lapse- ja noorukieas koormuse relatiivne intensiivsus südame töö seisukohalt suurem kui täiskasvanul. Vanuse, aga ka treenitusega südame löögisagedus submaksimaalsel koormusel väheneb. Maksimaalsele ja submaksima-

maalsele koormusele vastava löögisageduse vahe on tuntud südame kronotroopse reservina. Kronotroopne reserv suureneb vanusega.

Pulsisagedust mõjustavad oluliselt kliimaatilised tingimused. Välistemperatuuri tõus üle 23–24° või õhu relatiivse niiskuse suurenemine 15–20% võrra üle keskmise (60–70%) kiirendavad südametegevust 10–15 lööki/min võrra. Tabelis 3 on toodud faktorid, mis mõjustavad lapse- ja noorukieas maksimaalset südame löögisagedust ja südame löögisagedust submaksimaalse koormuse ajal.

Tabel 3. Südame löögisagedust mõjutavad tegurid lapse- ja noorukieas (Bar-Or, 1993).

faktor	südame löögisagedus submaksimaalse koormuse puhul	südame maksimaalne löögisagedus
vanus	noor > vana	ei mõjuta
sugu	naine > mees	ei mõjuta
kehakaal	ülekaaluline > kõhn	ei mõjuta
väliskeskkonna mõjutused	↑	ei mõjuta
emotsionaalne stress	↑	ei mõjuta
aktiivne kehamass	väike > suur	suur > väike
asend	ortostaas > klinostaas	ortostaas > klinostaas
treenitusseisund	↓	ei mõjuta
liikumisvaegus	↑	ei mõjuta
korduv koormus	↓	ei mõjuta
haigusseisundid:		
aneemia	↑	ei mõjuta
anorexia nervosa	↑	↓
a/v-blokaad	↓	↓
rütmihäired	↓↑	↓↑
palavik	↑	ei mõjuta
lihasedüstroofia	↑	↓
neurotsirkulatoorne düstoonia	↑	ei mõjuta
ravimid:		
β-blokaator	↓	↓
sümpatikomimeetikumid	↑	ei mõjuta
kilpnäärme hormoonid	↑	ei mõjuta

Stardireaktsioonid

Juba enne kehalise koormuse algust toimub organismis rida vegetatiivseid ümberkõlastusi, mis on reflektorsed ja tekivad kindlas situatsioonis, näiteks võistlustel. Need on tuntud stardireaktsioonidena. Puberteedieas noorukite kesknärvisüsteemi kõrge erutatavuse ja vegetatiivsete reaktsioonide düsbalansi tõttu võib stardi-

reaktsioon tekkida mis tahes stress-situatsioonis ja olla tugevasti väljendunud. Eriti silmatorkav on hüperreaktiivne südame löögisageduse kiirenemine (puls kiireneb 30–50 lööki/min võrra). Muutused ilmnevad ka teistes organisüsteemides:

- 1) skeletlihaskonna erutatavus ja kontraktiilsus tõuseb;
- 2) hingamine kiireneb ja süveneb;
- 3) arteriaalne vererõhk tõuseb;
- 4) kehatemperatuur tõuseb;
- 5) vereplasma glükoosisisaldus suureneb.

Väljendunud stardireaktsioonidega noorukitel ei saa kasutada pulsisagedust koormuse raskuse hindamise ainunäitajana.

Tabelis 4 on toodud tsentraalse hemodünaamika peamiste parameetrite väärtused sõltuvalt vanusest, soost ja koormuse intensiivsusest.

Tabel 4. Tsentraalse hemodünaamika parameetrite dünaamika sõltuvalt koormuse intensiivsusest 7–14-aastastel lastel (Ljubomirski, 1989).

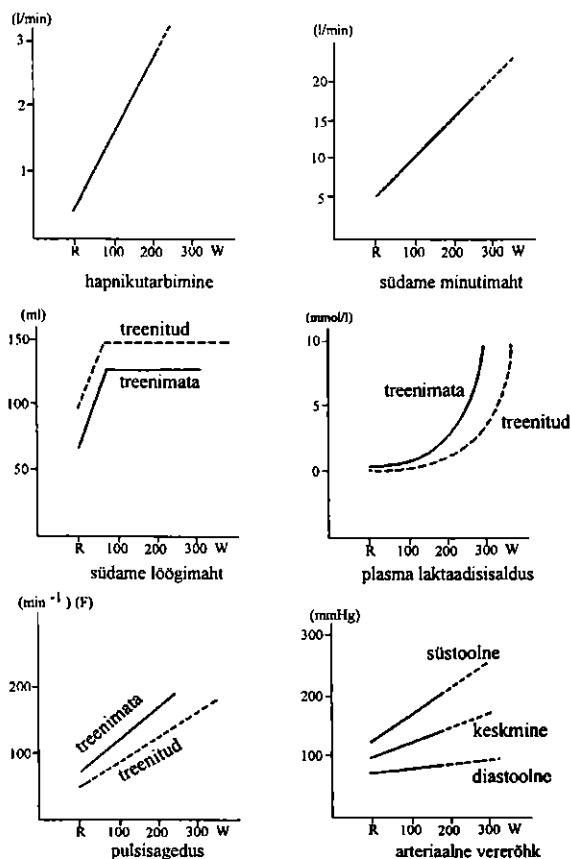
parameeter	vanus	sugu	puhke-olekus	koormuse intensiivsus (% maksimaalsest koormusest)			
				20	30	50	70
pulsisagedus	7–8	M	89,2±2,2	126,4±2,3	133,7±2,6	156,8±2,8	162,2±2,4
		N	91,3±2,05	161,5±3,3	179,6±2,4	171,8±3,1	170,9±2,8
	9–10	M	79,3±1,9	127,1±3,4	142,6±1,8	163,1±2,8	164,4±2,6
		N	91,1±1,92	152,4±2,6	179,3±3,4	176,5±2,9	177,5±2,0
	11–12	M	78,2±2,7	149,4±2,6	164,3±2,7	168,0±2,2	168,3±2,2
		N	87,8±2,4	164,8±4,5	180,2±2,6	166,5±2,7	165,9±3,9
	13–14	M	80,4±3,0	162,4±2,1	170,4±3,0	165,3±3,2	168,5±3,7
		N	83,9±2,1	162,7±3,8	179,2±2,0	165,6±2,7	165,1±3,9
löögimaht ml	7–8	M	39,9±1,5	49,5±1,5	53,5±2,7	52,8±2,0	52,6±2,1
		N	39,7±1,6	41,1±1,8	40,5±1,9	47,3±2,0	47,6±2,4
	9–10	M	50,2±1,5	54,2±2,5	67,4±3,1	70,4±3,2	70,6±2,9
		N	39,1±1,2	45,6±2,8	46,5±3,1	49,5±3,2	49,1±1,8
	11–12	M	49,0±2,4	56,0±3,1	64,9±2,4	67,5±2,4	67,3±2,8
		N	49,6±1,9	46,1±3,1	49,4±3,3	61,9±3,3	58,7±2,1
	13–14	M	58,8±3,3	63,1±3,4	64,9±3,1	68,9±3,6	68,4±3,8
		N	61,0±3,3	64,9±1,1	69,5±3,7	67,8±3,8	68,9±4,6
minutimaht l/min	7–8	M	3,64±0,12	6,2±0,2	7,1±0,3	8,3±0,3	8,5±0,3
		N	3,55±0,14	6,6±0,2	7,2±0,3	8,1±0,2	8,2±0,3
	9–10	M	3,98±0,13	6,8±0,3	9,6±0,4	11,3±0,4	11,6±0,4
		N	3,58±0,14	6,9±0,3	8,3±0,3	8,7±0,4	8,7±0,3
	11–12	M	3,82±0,26	8,3±0,4	10,4±0,4	11,5±0,6	11,5±0,5
		N	4,42±0,18	7,6±0,5	8,9±0,4	10,3±0,5	9,7±0,4
	13–14	M	4,71±0,38	10,8±0,6	11,4±0,5	11,8±0,6	11,7±0,5
		N	5,17±0,3	10,4±0,6	11,5±0,4	11,3±0,6	11,4±0,6

Arteriaalne vererõhk

Arteriaalse vererõhu tõus koormuse ajal ei ole adaptatsiooniobjekt, vaid vereringe regulatsioonimehhanismide kvaliteedi näitaja. Arteriaalse vererõhu tõus on üks olulisemaid kompensatoorseid mehhanisme, mis tagab vajaliku hemodünaamika stress-situatsioonis. Arteriaalse vererõhu dünaamika puudumist suureneva hapnikutarbimise foonil hinnatakse kui kompensatoorsete mehhanismide ammendumist väljendavat markerit.

Vererõhu dünaamika koormusel ei ole seotud vanuse ega treenitusastmega. Süstoolse arteriaalse vererõhu väärtused tõusevad proportsionaalselt dünaamilise koormuse intensiivsusega. Süstoolse vererõhu dünaamika kvantitatiivsed muutused on vanussõltuvad: mida noorem laps, seda madalamad on vererõhu absoluutsed väärtused. Normaalselt on diastoolne vererõhk dünaamilisel koormusel stabiilne või isegi langeb veidi üldise perifeerse takistuse vähenemise tõttu. Süstoolse või/ja diastoolse vererõhu tõusu koormusel üle normväärtuste tuleb alati hinnata kui patoloogia markerit.

Hapnikutarbimise ja hemodünaamika parameetrite dünaamika tervel inimesel tõusva intensiivsusega dünaamilise koormuse ajal on toodud joonisel 8.



Joonis 8. Hemodünaamika parameetrite ja hapnikutarbimise dünaamika koormuse ajal (Rost, 1982).

Staatilise koormuse mõju hemodünaamikale

Staatiline koormus mõjutab hemodünaamikat tunduvalt enam kui dünaamiline koormus. Staatilise koormuse ajal (tõstmine, pigistamine) aktiveerunud kõhupress surub vere kõhukoopa mahuveresoontest rindkereõõnde, tõstes rindkeresisest e. intratorakaalset rõhku ja suurendades sellega oluliselt südame koormust. Staatilise koormuse ajal sisselülituv anaeroobne energiaproduktioon, olles tugev vereringekeskuse stimulaator, kutsub esile pulsi kiirenemise juba koormuse üsnagi väikese intensiivsuse juures. Staatilise koormuse võimsuse suurenemisel 80%-ni maksimaalsest ja üle selle kaasub rindkeresisese rõhu tõusule ka liikvori rõhu tõus, kõri sulgus ning hingamispeetus. Südame paremal poolel rõhk suureneb, mistõttu venoosne naas paremasse kotta on takistatud. Samal ajal pole perifeerne juurdevool takistatud ning suurenenud veremaht põhjustab reflektorselt venoosse toonuse tõusu. Parema südamepoole puudulik täitumine vähendab verevoolu ka vasakusse vatsakesse, mistõttu südame minutimaht väheneb kuni 55%, koronaararterite läbivoolutus kuni 45%. Oluliselt väheneb vere reserv *n. splanchnicus*'e piirkonnas, südamemaht väheneb. Suure vereringe puudulik täitumine aktiveerib sümpatoadrenaliinisüsteemi, tõuseb süstoolne arteriaalne vererõhk ja üldine perifeerne vastupanu, mis omakorda põhjustab diastoolse vererõhu tõusu.

Koormuse lõpetamisel tekib pressimisrõhu järsu lõppemise tõttu kiire arteriaalse vererõhu langus, mis võib viia kollapsini. Venoosse naasu järsust suurenemisest paremasse kotta ja edasi vatsakesse tekib parema südamepoole mahu ülekoormussündroom, mis kandub üle ka vasemale südamepoolele. Suure löögimahu, samuti varases taastumisperioodis kõrgeenenud perifeerse vastupanu tõttu tõuseb oluliselt arteriaalne vererõhk. Suur löögimaht põhjustab reflektorselt bradükardia tekke, mis omakorda suurendab südameõõnte mahtu. Selline seisund möödub arteriaalse vererõhu normaliseerumisel.

Vererõhu tõus staatilise koormuse ajal sõltub iga lihasgrupi koormuse relatiivse intensiivsuse summast. Näiteks mõlema kakspealihase e. *m. biceps*'i 50%-line koormamine põhjustab sama suure arteriaalse vererõhu tõusu kui lihase ühepoolne 100%-line pingutus. Koormus intensiivsusega 50% maksimaalsest võib esile kutsuda süstoolse vererõhu tõusu maksimaalsete väärtusteni ja olla ka diastoolse vererõhu olulise tõusu põhjuseks.

Suur punnestuskoormus on ohtlik nii kardialse patoloogiaga haigetele kui ka vereringe ebastabiilse regulatsiooniga noorukitele.

Külmastressi mõju hemodünaamikale

Külmas keskkonnas kehasoojuse konserveerimiseks ja metaboolse soojusproduktiooni intensiivistamiseks suureneb algul katehoolamiinide hulk veres, mis mõjub

südametegevust kiirendavalt ja vererõhku tõstvalt. Lokaalselt mõjuva külma toimetekib lokaalne veresoonte kokkutõmme e. spasm, mis omakorda kutsub esile südame löögisageduse kiirenemise, südame minutimahu suurenemise ja diastoolse vererõhu kõrgenemise. Lihastoonuse tõus ja elektriliste nähtuste aktiveerumine lihastes põhjustab värisemist, mille eesmärgiks on samuti soojusproduktiooni suurendamine. Kui nahatemperatuur langeb 18°C-ni, siis naha pindmised veresooned laienevad, mis on kaitsereaktsioon alajahtumisele naha verevarustuse parandamiseks.

Südame koormus suureneb külma toimetel reflektorselt, sõltumata vanusest või südame funktsionaalsest seisundist, ühtemoodi nii tervetel kui ka haigetel. Külma reflektorne mõju ei sõltu sellest, kas külm mõjub kogu organismile või ainult lokaalselt ühele katmata kehaosale. Juba neljakraadise külma toimet näonahale suureneb südamelihase hapnikuvajadus. Samaaegne parasümpaatilise ja sümpaatilise närvisüsteemi stimuleerumine on vastuoluliste reaktsioonide põhjuseks, mis oluliselt koormab südant. Nii võib külm reflektorselt uitnärvil e. n. *vagus*'e mõjustuse kaudu esile kutsuda südamegevuse aeglustumise, samaaegne sümpaatilise närvisüsteemi stimulatsioon põhjustab nii süstoolse kui ka diastoolse arteriaalse vererõhu kõrgenemist. Kui kehaline koormus neis tingimustes ületab müokardiaalse või koronaarreservi, võib koormus muutuda inimesele ohtlikuks.

Noorukite hingamisfunktsiooni koormusreaktsioonide iseärasused

Hingamine on lastel ja noorukitel võrreldes täiskasvanutega juba puhkeolekus pindmised ja kiirem. Hingamislihaste töö on ebaökoonoomsem, hingamislihaste enda varustamiseks kulub tunduvalt enam hapnikku kui täiskasvanul. Kopsude eluline mahtuvus e. vitaalkapatsiteet (VK) korreleerub hästi kehamõõdetega, eriti pikkusega. Kui aga vitaalkapatsiteedi väärtused standardiseerida keha pikkusele, seos kaob. Vitaalkapatsiteedi norm väljendatakse tema teoreetilise normi suhtarvuna (VK/VKn%), mis on arvutatud vastavalt keha pikkusele ja kaalule. Normväärtuseks loetakse $\pm 5\%$ teoreetilisest normist. Normväärtuse alumiseks suhteliseks piiriks peetakse 85% teoreetilisest normist. Noorukite hingamistehnika kvaliteet on sageli halb juba puhkeolekus. Meie andmetel on ainult ühel kolmandikul 15-aastastest noorukitest VK/VKn $>95\%$.

Suurenenud hapnikutarbimine koormuse ajal tingib kopsu- e. pulmonaal-ventilatsiooni suurenemise ja gaasivahetuse intensiivistumise. See on võimalik kolme mehhanismiga:

- 1) kopsuventilatsiooni suurendamisega;
- 2) alveolaardifusiooni intensiivistumisega;
- 3) kopsukapillaaride läbivoolutuse suurenemisega.

Tõusvate koormuste puhul suureneb hingamise minutimaht lineaarselt koormuse intensiivsuse suurenemisega kuni koormuseni 60–70% maksimaalsest. Edasi suureneb hingamise minutimaht hüppeliselt.

Hingamisfunktsiooni dünaamika koormusel on lastel ja noorukitel veidi erinev, võrreldes täiskasvanutega (tabel 5). Hingamise minutimaht maksimaalse koormuse ajal suureneb lapse kasvades absoluutväärtustes võrdeliselt lapse kasvu suurenemisega. Relatiivne hingamise minutimaht 1 kg kehamassi kohta on maksimaalse koormuse ajal stabiilne kogu lapsea ja noore täiskasvanuea. Submaksimaalsel koormusel on nooruki hingamise minutimaht 1 kg kehamassi kohta suurem kui täiskasvanul.

Ebaökoonoomne hingamistehnika, eriti vahelihase vähene kasutamine hingamisel, võimaldab vajadusel suurendada ventilatsiooni peamiselt hingamissageduse tõusu arvel, mitte aga tunduvalt ökonoomsema mehhanismi — hingamismahu suurendamisega. Korrelatsiooni puudumine puhkeolekus kopsude elulise mahtuvuse väärtuste ja sportlike saavutuste vahel on noorukitel ebaökoonoomse hingamistehnika kaudseks markeriks.

Hingamislihaste töö ökonomiseerimine on üks olulisemaid reserve koormuseaegse hapnikutarbimise vähendamiseks ja sellega üldise kehalise töövõime tõstmiseks. Hingamise ökonoomikale kui ühele olulisemale profülaktilisele abinõule on pööratud senini preventiivses meditsiinis vähe tähelepanu. Vanemas eas, rindkere elastsuse vähenemise ja kopsude elastsuse füsioloogilise languse tõttu väheneb maksimaalne minutiventilatsioon. Kui sellele kaasub väheliikuv diafragma, võib areneda märgatav ventilatsioonihäire, mis viib parema südamepoole ülekoormusele ja *cor pulmonale* tekkele ka ilma kaasuva kopsupatoloogiata.

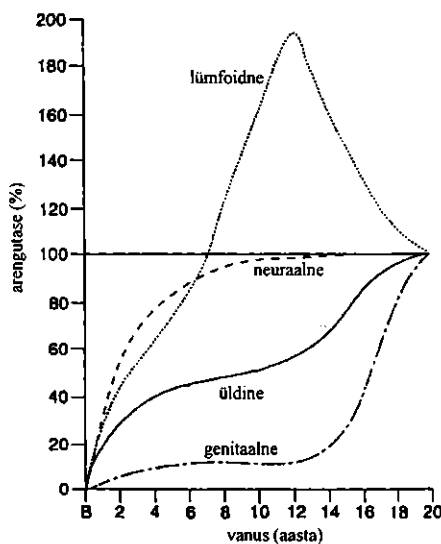
Tabel 5. Laste ja noorukite hingamisfunktsiooni dünaamika koormusel, võrreldes täiskasvanutega (Bar-Or, 1983).

funktsioon	reaktsioon, võrreldes täiskasvanuga
maksimaalne hingamise minutimaht/kg	=
submaksimaalne hingamise minutimaht/kg	↑
hingamise minutimahu kõvera murdumispunkt	=↓
maksimaalne ja submaksimaalne hingamissagedus	↑
hingamismahu maksimaalne suurenemine vitaal- kapatsiteedi suhtes	↓
submaksimaalne hingamismahu suurenemine vitaalkapatsiteedi suhtes	↓
maksimaalne ja submaksimaalne hingamisekvivalent	↑
surnud ruum	=
pCO ₂ arteriaalses veres	=

**Kehaline areng ja
selle hindamine**

Kehaline areng, kasvamine, küpsemine ja kehaline võimekus e. fitness

Noore organismi täiskasvanuks saamisel tuleb eristada kasvu, arengu ja küpsemise aspekte. Organismi eri struktuuride sünnijärgset kasvudünaamikat iseloomustavad kujukalt Scammoni arengukõverad (joonis 9).



Joonis 9. Scammoni arengukõverad (Malina ja Bouchard, 1991).

Areng on mõiste, mida kasutame mitmes tähenduses. Kehalise arengu all bioloogilises kontekstis mõistetakse isiku kõikide morfoloogiliste, anatoomiliste ja füsioloogiliste tunnuste kompleksset kujunemist (Aul, 1982). Käitumistasemel on areng seotud kompetentsi kasvuga lapse ja nooruki mitmesugustes tegevusvaldkondades, ka kultuurikeskkonnas. Siia kuulub sümboolite, hinnangute ja käitumismallide omaksvõtt. Liigutusvilumuste ning kehaliste võimete areng sisaldab nii bioloogilist kui ka sotsiaalset e. käitumuslikku arengut.

Kasvamine on keha ja kehaosade mõõtmete suurenemine. Kasvamine on multifaktoriline protsess, mistõttu kasvukiirus ja kehaline areng on indivi-

duaalselt väga erinevad. Õpilaste kehalise konstitutsiooni tundmine, eriti murdeas, on sihipärase ja tulemusrikka kehalise kasvatuse vajalik eeldus. Kehalise arengu tase ja omapära on tihedalt seotud psüühiliste protsessidega. Kehalise arengu omapära teadvustamine ja sellega arvestamine võib olla mitmete psüühiliste nähtuste lahendamise võtmeks.

Küpsemine oleneb organismis toimuvate muutuste tempost ja ilmnemise ajast. Küpsemise eesmärgiks on nii bioloogilise kui ka sotsiaalse küpsuse saavutamine. Kehalise aktiivsuse tähtsus ülesehitusprotsesside aktiveerijana ilmneb juba looteas, praktilist rakendust vajab ta aga kohe pärast sündi.

Kehaline võimekus e. fitness on oluline nii spordi kui ka tervise seisukohalt. Sportliku saavutusvõimega seonduv kehaline võimekus ja tervisega seonduv kehaline võimekus kattuvad suuresti. Tervisega seonduv fitness ei tähenda igakülgselt või spetsiifilist atleetlikku võimekust, vaid näitab indiviidi eluviisi ja sellega seonduvaid valikuid (Jürimäe, 1996). Tagamaks igapäevaeluks vajalikku tervisevaru ja kehalise võimekuse taset, tuleb järgida kolme põhielemendi — painduvus, jõud ja vastupidavus — arendamist. Levinud käsitluse kohaselt kajastab tervise fitness neid kehalise fitnessi komponente, mida mõjustab kehaline aktiivsus ja mis on seotud tervisega. Tervise fitnessi põhikriteeriumideks on:

- 1) võime sooritada igapäevaseid pingutusi;
- 2) võimaluse loomine liikumisvaegusest tingitud tervise riskifaktorite vähendamiseks.

Kehalise arengu põhitüüp on geneetiliselt determineeritud. Arengu põhialuseks on pikkuskasv. Inimese põhimõõtudeks on pikkus ja kehamass, mis on kõikide teiste kehamõõtude aluseks. Oluline on keha proportsioonide hindamine, mis on vajalik somatotüübi määramiseks. Selleks kasutatakse suhtelisi mõõte — üksikmõõdu suhet kehapikkusesse. Informatsioon nooruki kehalise tubliduse ja kehaproportsioonide kohta on vajalik spordiala valikul ja kehaliste harjutuste määramisel. Näiteks pika kerega isikud ei suuda rööbaspuudel kõigi harjutusega toime tulla, nõrga kehaehitusega õpilasel ei saa nõuda võrdseid tulemusi tugevate ja suurekasvulistega.

Kehapikkus

Kehapikkust peetakse esmatähtsaks antropomeetriliseks tunnuseks ja ta on tihedas korrelatsioonis teiste kehatunnustega. Tema alusel hinnatakse kõiki teisi kehamõõte, proportsioone, kehaehitust. Populatsiooni keskmise kehapikkuse muutuse järgi kasvueas hinnatakse populatsiooni tervislikku ja toitumuslikku seisundit. Kehapikkus on domineerivalt pärilik tunnus. Vanemate kasvu kaudu on võimalik prognoosida lapse pikkust täiskasvanuna (Green, 1992).

$$\text{Mehe pikkus (cm)} = \frac{[\text{ema pikkus (cm)} + 13] + \text{isa pikkus (cm)}}{2}$$

$$\text{Naise pikkus (cm)} = \frac{[\text{isa pikkus (cm)} - 13] + \text{ema pikkus (cm)}}{2}$$

Erinevus prognoositavast kasvust võib olla ± 8 cm. Mida erinevam on vanemate kasv, seda suurem on prognoosi viga.

Kuni 10. eluaastani pole kehapikkuse soolised erinevused märkimisväärsed.

Erinevatel eluperioodidel on kasvukiirus erinev. Eristatakse aeglase ja kiire kasvu perioode. Kuni kümnenda aastani suureneb kehapikkus keskmiselt 3–6 cm aastas. Kiire kasvu perioode on kaks.

1. Sünnist teise eluaasta lõpuni. Sel perioodil kasvab laps pikkusesse 36–38 cm. Zürichi longitudinaalsete uuringute (Prader, 1986) andmeil on võimalik esimese kasvuperioodi järgi prognoosida lapse pikkust täiskasvanuna. Poiste kasv 2,2 aasta vanuselt ja tütarlastel 1,4 aasta vanuselt on ~50% pikkusest täiskasvanuna. Arvatakse, et inimese lõplik pikkus sõltub just puberteedieelse ea kasvukiirusest.
2. Puberteediperioodil, mille algul toimub kasvuspurt e. hüppeline kasvu juurdekasv. Eesti tüdrukutel on pubertaalhüpe 11–12-, poistel 13–15-aastaselt. Pikkuskasv lõpeb koos sugulise küpsemisega. *Menarche* alguseks on tütarlaste pikkus 98% pikkusest täiskasvanuna. Poiste kasv aeglustub 16.–17. eluaastal, kuid võib kesta kuni 20. eluaastani. Kasvu, kehamassi, istepikkuse suhtelised juurdekasvud eestlastel on antud tabelis 6.

Peale üldpikkuse peetakse tervise ja töövõime hindamisel olulisemateks pikkusmõõtudeks istepikkust, jäsemete pikkust, kerepikkust, pea + kaela pikkust ja nende suhet kasvusse.

Kehaosa mõõtmete suhe kasvusse väljendab keha proportsioone. Üks põhiliseid keha proportsioonide näitajaid on kormsusindeks (istepikkuse protsent kehapikkusest). Kui indeks on väike ($\leq 51\%$), on isik sihvaka e. bähükormse, kui indeks on suur ($\geq 55\%$), siis jässaka e. makrokormse kehahitusega. Peale kormsusindeksi kasutatakse sagedamini veel järgmisi indekseid ja suhtelisi mõõte.

Rindkere suhteline ümbermõõt (%) = $100 \times \text{rindkere ümbermõõt} / \text{rindkere laius}$.

Torakaalindeks (%) = $100 \times \text{rindkere sügavus} / \text{rindkere laius}$.

Need kaks indeksit iseloomustavad rindkere laiust ja kumerust.

Suhteline õlalaius (%) = $100 \times \text{õlalaius} / \text{kehapikkus}$.

Suhteline puusalaius (%) = $100 \times \text{puusalaius} / \text{kehapikkus}$.

Akromiokristaalindeks (%) = $100 \times \text{puusalaius} / \text{õlalaius}$.

Need kolm indeksit peegeldavad, kas tegemist on laiaõlgse või laiapuusalise isikuga.

Jäsemete suhtelised pikkused:

ülajäseme suhteline pikkus (%) = $100 \times \text{ülajäseme pikkus} / \text{kehapikkus}$,

alajäseme suhteline pikkus (%) = $100 \times \text{alajäseme pikkus} / \text{kehapikkus}$.

intermembraalindeks (%) = $\text{ülajäseme pikkus} / \text{alajäseme pikkus}$.

Puusaindeks e. *index coxalis* = $\text{puusaümbermõõt} / \text{taljeümbermõõt}$.

Indeks iseloomustab puusade ümardumist. Tütarlastel toimub 12–14-aastaselt indeksi hüppeline suurenemine.

Täiskasvanutel ja ülekaalulistel kasutatakse selle indeksi pöördväärtust (kõhu-ümbermõõt/puusaümbermõõt) rasvaladestuse tüübi määramiseks. Kui indeksi väärtus

Tabel 6. Kasvu, kehamassi, istepikkuse suhtelised juurdekasvud eestlastel (Heapost, 1984).

vanus aastates	kasv (cm)	kaal (kg)	istepikkus (cm)	õlalaia (cm)
poisid				
7–8	3,96	1,18	3,0	3,89
8–9	3,68	0,93	2,8	3,75
9–10	3,77	0,95	2,86	3,51
10–11	2,77	0,67	1,63	2,15
11–12	4,21	1,39	3,09	4,10
12–13	2,62	0,84	2,51	3,12
13–14	4,71	1,31	4,1	5,32
14–15	4,29	1,54	4,9	5,26
15–16	2,57	0,79	3,44	4,17
16–17	1,88	0,59	2,19	2,38
17–18	0,44	0,48	1,28	1,32
tüdrukud				
7–8	2,29	0,66	1,54	2,11
8–9	4,56	0,99	3,81	4,39
9–10	3,82	1,21	2,89	3,96
10–11	3,82	1,1	2,99	3,40
11–12	4,8	1,48	4,47	4,61
12–13	2,95	1,05	3,13	3,3
13–14	2,95	1,18	3,62	3,2
14–15	1,15	0,54	1,48	1,92
15–16	0,38	0,41	0,81	1,19
16–17	0,50	0,44	0,69	1,37
17–18	0,26	–	0,15	0,02

meestel on $\geq 1,0$ ja naistel $\geq 0,8$, on rasvaladestus ülakehale (õuna tüüp). Kui meestel $< 1,0$ ja naistel $< 0,8$, on rasvaladestus alakkehale (pirni tüüp).

Reie suhteline ümbermõõt (%) = $100 \times \text{reieümbermõõt} / \text{kehapikkus}$.

Kehamass

Kehamass suureneb üldtendentsina paralleelselt pikkuse kasvuga, kuid kasvuperiodi-
perioodil jääb ta tavaliselt kasvust maha. Kehamassi lisandumine 2.–8. eluaastani on
stabiilselt madal — 1,8–2,9 kg aastas (Silla, Teoste, 1989). Selgelt väljendunud
sooline dimorfism ilmub alates 14. eluaastast. Kehamass suureneb järsult ühe aasta
jooksul pärast pikkuskasvu lõppemist. Kasvuperioodil on kehamõõtmete muutumise
kiirus ja ulatus individuaalselt väga varieeruv. Et kehamassi variatsioonikoefitsient
on suur, on keskmised väärtused kasutatavad ainult arengutendentsi näitajadena, mitte
individuaalse arengu detailseks hindamiseks. Kehamass sõltub keskkonna mõjudest
rohkem kui kehapikkus.

Kehamassi individuaalseks hindamiseks kasutatakse sentimeetri-kilogrammi-tabeleid, tsentiilide tabeleid, mitmesuguseid regressiooniskaalasid, indekseid, milledest tuntuimad on järgmised.

1. Kehamassiindeks (kehamass/pikkus²). Ülekaaluliseks loetakse, kui kehamassiindeks on 7–9-a. ≥ 19 ; 10–12-a. ≥ 22 ; 13–15-a. ≥ 24 ; 16–18-a. ≥ 25 .
2. Rohreri indeks e. keha täidlusindeks = $\text{kehakaal (g)} \times 100 / \text{kehapikkus}^3 \text{ (cm)}$
Mida suurem on see indeks, seda suuremaks tuleb pidada suhtelist kehakaalu. Rohreri indeksi keskmine väärtus eestlastel on 8–16-aastastel poistel 1,255, tüdrukutel 1,286 (Heapost, 1984).
3. Kuna inimese kasv on määratletud oluliselt geneetilise faktoriga, siis laste pikkuse ja kaalu hindamiseks kasutatakse rahvusele, vanusele ja soole vastavaid standardeid, mida täiendatakse iga 10–15 aasta tagant. Meil kasutatakse Grünbergi jt. (1998) koostatud soolist ja rahvuslikku erinevust arvestavaid kasvu-kaalukõveraid. Kasvu-kaalukõveral on antud pikkusele vastava kehamassi pretsentiiline jaotuvus (joonis 14 ja 15).

Laps on ülekaaluline järgmistel juhtudel:

- 1) tegelik kehamass jääb pikkusele vastava kehamassi 90–100 pretsentiili vahele või
- 2) lapse kaal erineb pikkusele vastavast keskmisest kehamassist (50 pretsentiili) 15 või rohkem protsenti.

Ülekaalulisuse raskusastmed: I aste — kaal ületab 15–25%, II aste — 26–50%, III aste — 51–100%, IV aste — 100% soolis-vanuselis-pikkuselise normatiivi.

Kõik need meetodid võimaldavad hinnata kasvava organismi seisundit väga üldiselt, arvestamata keha koostise komponente. See on ka põhjuseks, miks liigse kehakaaluga laste hulk kõigub eri maades 2–40% vahel (Eestis erinevates eagruppides 2–5,5% (Grünberg jt., 1998).

Viimasel ajal pööratakse Euroopas ja ka USA-s järjest enam tähelepanu mitte üksnes ülekaalulisusele, vaid ka alakaalulisusele kui ühele mitte vähem olulisele riskitegurile mittenakkuslike haiguste tekkes (Malina, 1984; Malina jt., 1991; Kemper Han, 1995). Alakaalulisus, vaegtoitumine ja sellest tulenevad häired on probleemiks naisatleetide (iluvõimlejad, iluuisutajad jt.) puhul ning sageli ka noorukieas. Eesti laste kehakaalu kõvera nihkumine vasakule viimase aastakümne vältel näitab, et meilgi pole see probleem võõras. Ka mitmed longitudinaalsed antropomeetrilised uuringud eesti laste seas viitavad sellele (Aas, 1995; Thetloff, 1992; Maiste, Thetloff, 1995). Alakaalulisuse puhul väheneb eeskätt rasvkoe suhteline osatähtsus keha koostises, sageli kaasub ka lihasmassi absoluutne vähesus. Alakaalulisuse diagnoosimisel on sobilik kasutada kas kehamassiindeksit või Rohreri indeksit. Alakaalulisuseks tuleks pidada, kui kehamassiindeks 7–9-a. on ≤ 14 ; 10–12-a. ≤ 15 ; 13–14-a. ≤ 17 ; 15–18-a. ≤ 18 . Analoogselt ülekaalulisusega võib alakaalulisuse hindamiseks kasutada ka vanuselisi kasvu-kaalu-kõveraid. Täiskasvanud naise kriitiliseks kehakaaliks peetakse 40 kg.

Keha koostis

Keha koostise iseloomustamiseks on konstrueeritud rida mudeleid (Matiegka, 1921; Garn, 1957; Spady, 1989; Heyward, 1996), mille alusel inimese organism jaotatakse erinevaks arvuks komponentideks. Mudeli koostamisel on võetud aluseks anatoomiline, keemiline, metaboolne, funktsionaalne jt. lähtepunkt. Praktilises töös on osutunud sobivamateks järgmised.

1. Matiegka (1921) mudel, mis on anatoomiline mudel. Kehamass jaotatakse neljaks komponendiks: luukude (*O — ossa*), rasvkude (*D — derma*), lihaskude (*M — skeletal muscle*), jääk (*R — remainder*).

2. Garni mudel (1957), mida mitmed autorid on hiljem veidi modifitseerinud. Kehamassi vaadeldakse kahekomponendilisena:

a) "*lean*" *fraction* (*L*) e. aktiivne mass (*lean body mass (LBM)* e. kõhnmass);

b) *adipose fraction* (*AD*) e. rasvamass (*fat body mass (FM, FBM)* e. passiivne mass).

Garn arvas, et peale rasvkoe on kõik ülejäänud koed metaboolselt aktiivsed, sellest ka nimetus. Aktiivse massi leidmiseks Garni mudeli järgi lahutatakse nahaaluse rasvkoe + sisemise rasvkoe (8%) kaal kehakaalust, järele jääb aktiivne mass, millesse kuuluvad ka plasma, kõhr, juuksed, hambad, kesknärvisüsteem, luuüdi ja teiste organite lipiidid.

Garn jaotab kõhnmassi veel lihasteks ja ilma lihasteta kõhnmassiks. Viimasel jaotusel on rohkem tähtsust just praktilises meditsiinis.

Viimasel ajal on selgunud rasvkoe metaboolne aktiivsus, seetõttu kasutatakse keha koostise kahekomponendilist modifitseeritud mudelit. Selle järgi moodustavad kehamassi koostise — *body composition (BC)* kaks komponenti: lipiidid ja rasvavaba mass — *fat free body mass (FFBM)*. Rasvavaba mass koosneb selle mudeli järgi kehavedelikest (intra- + ekstratsellulaarne vedelik), proteiinidest, süsivesikutest ja mineraalidest (Spady, 1989). Erinevalt Garni mudelist ei sisalda rasvavaba mass modifitseeritud mudelis mingeid rasvamoodustusi (ka mitte organite lipiide).

3. Keemilistest mudelitest on kasutatavamad multikomponentsed mudelid — organism koosneb veest, proteiinist, lipiididest ja mineraalidest.

4. Metaboolse mudeli alusel jaguneb keha koostis rasvkoeks, intra- ja ekstratsellulaarseks vedelikuks ning intra- ja ekstratsellulaarseks kuivaineeks.

Praktilises meditsiinis kasutatakse rohkem anatoomilist mudelit: keha koostise üksikute komponentide, eriti organismi ühe varieeruvama komponendi — rasvkoe hulga määramine. Vaatamata uuemate meetodite (kompuutertomograafia, bioelektrilise takistuse (*impedance*) määramine, tuumamagnetresonants, sonograafia) juurutamisele (Ross, Marfell-Jones, 1991) on praktilises meditsiinis levinum nahaaluse rasvkoe hindamine kaliibrimeetodiga ja rasvkoe hulga arvutamine Matiegka valemiga. On kindlaks tehtud, et organismi vabast rasvast enamik paikneb nahaaluses koes. Sisemise rasvkoe hulk on stabiilne (ligikaudu 8% rasvkoe üldhulgast) ja suureneb ainult III–IV järgu rasvumise puhul.

Nahavoltide mõõtmiseks kasutatakse spetsiaalseid kaliibreid, mille surve nahapinnale on 10 g/mm² ja kontaktpindala ei ületa 20–40 mm² (Martin jt., 1985). Nahavolte võib mõõta üle kogu keha. Kasutatavamad on järgmised piirkonnad: õlavarre eesmine (õlavarre eesmine e. *m. biceps*'i volt) ja tagumine pind (õlavarre tagumine e. *m. triceps*'i volt), abaluualune piirkond (selja- e. abaluualune e. subskapulaarvolt), rindkere (rinna- e. torakaal- e. aksillaarvolt), kõht (kõhu- e. abdominaalvolt), niudepiirkond (niude- e. supraspinaalvolt), reie eesmine piirkond (reievolt), sääre sisekülj (säärevolt). Peale nahaaluse rasvkoe hulga arvutamise saab nahavoltide mõõtmise kaudu määrata rasvkoe lokaliseerumise peamised kohad (Parizkova, 1977). Rasva keemiline koostis, metaboliseeritavus ja erinev afiinsus insuliinireseptoritele varieeruvad olenevalt paiknemiskohast (Sarria, 1992). Väidetakse, et rasv riskifaktorina on ohtlikum, kui ta paikneb keha ülaosas. Samuti on tõendeid, et rasvunud puberteedialistel lastel, kel rasvkude domineerib kerel, on rohkem komplikatsioone (vererõhu tõus, glükoositalumatus) kui valdavalt rasvkoe perifeerse jaotusega isikuil. Nahavoltide mõõtmise alusel arvutatud organismi kogurasva hulga määramisviga hinnatakse 3–5%-le.

Rasvahulga (R) arvutamine Matiegka järgi:

$$\text{rasvahulk } R \text{ (kg)} = \frac{0,13 \times S \times M}{2},$$

kus S — keha pindala (dm²), S = kehapikkus (cm) + kehamass (g) – 60 (Isaksson, 1958); M — kuues kohas mõõdetud nahavoldi keskmine paksus (cm); 0,13 – konstant.

Eesti noorukite nahavoltide keskmine paksus keha eri piirkondades on antud tabelis 7.

Tabel 7. Eesti noorukitel mõõdetud nahavoltide keskmine paksus keha eri piirkondades, mm (M±δ).

nahavolt	poisid				tüdrukud			
	11–15-a*	16–18-a*	15-a**	18-a**	11–15-a*	16–18-a*	15-a**	18-a**
	(1980–1985)	(1980–1985)	(1995–1997)	(1995–1997)	(1980–1985)	(1980–1985)	(1995–1997)	(1995–1997)
rinnavolt	6,0±3,1	7,2±3,1	5,9±3,4	4,2±3,3	6,8±3,7	8,3±3,7	8,7±4,2	8,0±3,7
seljavolt	7,2±3,5	8,6±3,5	7,0±2,8	2,7±3,5	10,1±4,9	12,9±4,9	7,5±2,8	8,0±5,0
õlavarre tagumine volt	9,6±3,2	8,7±3,2	6,1±2,9	1,3±1,6	11,7±4,0	14,3±4,0	11,5±4,8	12,4±4,1
õlavarre eesmine volt			5,3±2,9	2,1±2,4			8,5±4,4	8,5±4,4
kõhuvolt	10,9±6,3	12,9±6,3	7,0±3,6	7,0±4,3	12,6±4,9	16,3±4,9	12,5±6,3	9,6±5,6
reievolt	11,2±4,0	12,0±4,0	10,2±4,2	8,1±3,5	13,1±6,2	17,7±6,2	21,7±10,1	22,3±8,2
säärevolt	9,4±3,8	9,2±3,8	10,2±4,2	8,1±3,5	12,7±4,7	16,4±4,7	14,4±5,4	12,6±4,3

* Silla, Teoste, 1989; ** E. Maiste jt., 1995.

Praktikas kasutatakse rasva üldhulga hindamiseks kudede elektrilise takistuse määramisel baseeruvat keha rasvasisalduse hindamise aparati Omron BF 300, mis ülakeha elektrilise takistuse ja pikkuse-kehamassi alusel arvutab rasva üld- ja suhtelise hulga. Mõõtmine on lihtne ja nõuab vähe aega (ajakulu 20 s). Tuleb aga arvestada, et mõõdetakse vaid käte ja rindkere ülaosa elektrilist takistust, seega baseeruvad tulemused ainult keha ülaosa rasvkoehulgal ja on ainult orienteerivad. Teadusuuringuteks kasutatakse kogu keha elektrilise takistuse määramise metoodikat Bodystat 500 ja modifitseeritud aparadi Bodystat Multiscan 5000 abil. Normiks loetakse, kui meeste organism sisaldab rasva 10–19%, naistel 20–29%.

Luustikumassi arvutamiseks on vaja mõõta pikkade toruluude distaalsed bikondülaarsed diameetrid (küünarliiges, randmeliiges, põlveliiges, hüppeliiges).

Luustikumassi arvutamine Matiegka järgi:

$$O = L \times b^2 \times k,$$

kus O — luustikumass; L — kehapikkus (cm), b — nelja liigese (küünar-, randme-, põlve-, hüppeliigese) mõõdu keskmine, k — konstant 1,2.

Lihaskoe absoluutne ja relatiivne hulk organismis on seotud otseselt inimese töövõimega. Lihaskoe hulk organismis on soospetsiifiline ja noorukieas seotud sugulise küpsemise astmega. Lihaskoemassi leidmiseks mõõdetakse õlavarre-, käsivarre-, reie- ja sääreümbermõõdud jäsme lõdvestatud olekus.

Lihaskoemassi arvutamine Matiegka järgi:

$$M = L \times r^2 \times k,$$

kus M — lihaskoemass (g), L — kehapikkus (cm), r — jäsmete ümbermõõtude keskmine raadius (õlavarre, käsivarre, reie, sääre ümbermõõtude keskmine, jagatud 25,12-ga), k — konstant 6,5.

Lihasmassi täpsemaks määramiseks kasutatakse viimasel ajal (Heyward, 1996) jäsmete korrigeeritud ümbermõõte, mille puhul arvutatakse jäsme ümbermõõd ilma nahaaluse rasvakihita.

Õlavarre korrigeeritud ümbermõõd = õlavarre ümbermõõd – ($\pi \times$ õlavarre tagumine nahavolt).

Reie korrigeeritud ümbermõõd = reie ümbermõõd – ($\pi \times$ reie nahavolt).

Sääre korrigeeritud ümbermõõd = sääre ümbermõõd – ($\pi \times$ sääre nahavolt).

hinnaang	naised	mehed
väike	<40	<45
keskmine	40–45	45–50
suur	>45	>50

Tabel 8. Lihasmassi hinnaang täiskasvanutel (%).

Kalam, Viru (1973) soovivad kasutada lihaste arengu hindamiseks lihasindeksit (I), mille arvutamiseks mõõdetakse õlavarre übermõõt käe pingevabalt allarippuvas asendis (\ddot{U}_1) ja õlavarre übermõõt samast kohast, kui käsi on horisontaalselt üles tõstetud, küünarliigesest kõverdatud ja õlavarrelihased maksimaalselt pinguldatud (\ddot{U}_2).

$$I = \frac{\ddot{U}_2 - \ddot{U}_1 \times 100}{\ddot{U}_1}$$

$I < 5$ — nõrk lihaste areng;

$I = 5-12$ — normaalne areng;

$I > 12$ — tugevad lihased.

Wilmore (1989) soovib **aktiivse kehamassi** (L e. LBM) arvutamiseks kasutada järgmisi regressioonivalemeid:

noormehed $L = 10,3 + [0,8 \times \text{kehamass (kg)}] - (0,37 \times \text{kõhuvoldi paksus});$

neiud $L = 8,6 + [0,7 \times \text{kehamass (kg)}] - (0,16 \times \text{seljavoldi paksus}) - (0,1 \times \text{õlavarre tagumise voldi paksus}) - (0,05 \times \text{reievoldi paksus}).$

Pavilonis (1989) soovib laste passiivset kehamassi arvutada nahavoltide paksuse kaudu. Organismi aktiivne mass leitakse lahutustehte kaudu:

passiivse massi % poistel = $10,12 + (2,2 \times \text{lõuavolt}) + (4,85 \times \text{rindkerevolt}) + (4,51 \times \text{reievolt}) + (2,34 \times \text{säärevolt});$

passiivse massi % tütarlastel = $15,70 + (6,46 \times \text{õlavarre tagumine volt}) + (3,18 \times \text{õlavarre eesmine volt}) + (4,31 \times \text{seljavolt}) + (2,32 \times \text{kõhuvolt}) + (4,34 \times \text{säärevolt}).$

Antropomeetrilise uuringu skeem noorukite keha koostise ja proportsionaalsuse hindamiseks.

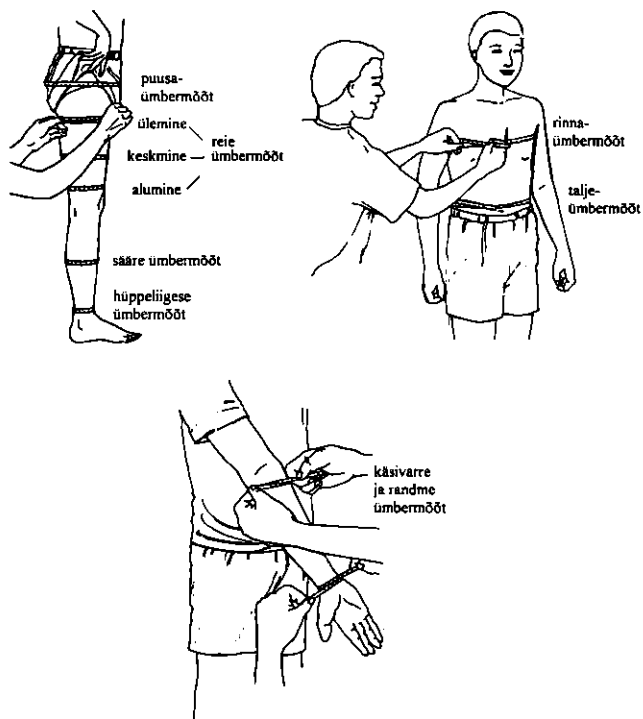
1. Pikkus, mõõdetakse seistes sentimeetrites. Mõõtmise ajal jälgida, et kuulmeava ja silmakooa alumist serva ühendav mõtteline sirgjoon oleks horisontaalne.
2. Kehamass, määratakse kilogrammides. Enne kaalumist peab kusepõis olema tühjendatud.
3. Istepikkus, mõõdetakse pea ja keha pikkus istudes.
4. Käe pikkus, mõõdetakse õlanuki ja keskmise sõrme vaheline kaugus.
5. Jala pikkus, leitakse arvutuslikult: pikkus seistes — istepikkus.
6. Rinnaübermõõt, mõõdetakse eest rinnanibudest veidi kõrgemalt, tagant abaluu alumiste otste tasandil nii maksimaalse sissehingamise, maksimaalse väljahingamise faasis kui ka keskseisus.
7. Rinnalaius, mõõdetakse sirkliga rinnaku keskkoha tasandil.
8. Rindkere sügavus, mõõdetakse sirkliga rinnaku keskkoha tasandil eest-taha.
9. Õlgade laius e. biakromiaalne diameeter, mõõdetakse sirkliga õlanukkidevaheline kaugus.

10. Vaagnalaius e. kristaaldiameeter, mõõdetakse sirkliga *crista iliaca*'te vaheline kaugus.
11. Taljeümbermõõt, mõõdetakse vöökohal.
12. Puusaümbermõõt e. gluteaalümbermõõt, mõõdetakse suurte pöörlate (*trochanter major*) tasandil.
13. Reie ülemine ümbermõõt, mõõdetakse üleval kõige suurem ümbermõõt.
14. Reie keskmine ümbermõõt, mõõdetakse reie keskkohal.
15. Sääre ümbermõõt, mõõdetakse kõige paksemal kohal.
16. Õlavarre ümbermõõt, mõõdetakse kakspealihase e. *m. biceps*'i keskkohal nii lihase pingutus- kui ka lõdvestusseisundis.
17. Käsivarre ümbermõõt, mõõdetakse käsivarre keskkohal.
18. Küünarliigese ristimõõt, õlavarreluu-põnda keskmise ja külgmise põndapealise (*epicodylus medialis et lateralis humeri*) vaheline kaugus.
19. Randmeliigese ristimõõt, küünarvarreluu (*processus styleoidus radii*) ja käsivarreluu tikkelijätkete (*processus styleoidus ulnae*) vaheline kaugus.
20. Põlveliigese ristimõõt, reieluu külgmise ja keskmise põndapealse (*epicodylus medialis ja lateralis femoris*) vaheline kaugus.
21. Hüppeliigese ristimõõt, sääreluu keskmise (*malleolus medialis tibiae*) ja pindluu külgmise pekse (*malleolus lateralis fibulae*) vaheline kaugus.
22. Nahavoldid:
 - õlavarre tagumine e. *m. triceps*'i nahavolt, mõõdetakse õlavarre sirutuskülje keskel vertikaalselt;
 - õlavarre eesmine e. *m. biceps*'i nahavolt, mõõdetakse õlavarre painutuskülje keskel vertikaalselt;
 - seljavolt e. subskapulaarvolt, mõõdetakse abaluu alumise nurga juures vertikaalselt;
 - rinnavolt e. aksillaar- e. torakaalvolt, mõõdetakse *linea mediocoxillaris*'el ristisuunas;
 - niudevolt e. supraspinaalvolt, mõõdetakse paralleelselt niudekanaliga;
 - kõhuvolt e. abdominaalvolt mõõdetakse naba kõrgusel paremal pool vertikaalselt;
 - reievolt, mõõdetakse reie esiküljel reie keskkohal pikisuunas;
 - säärevolt, mõõdetakse sääre siseküljel sääre keskkohal pikisuunas.

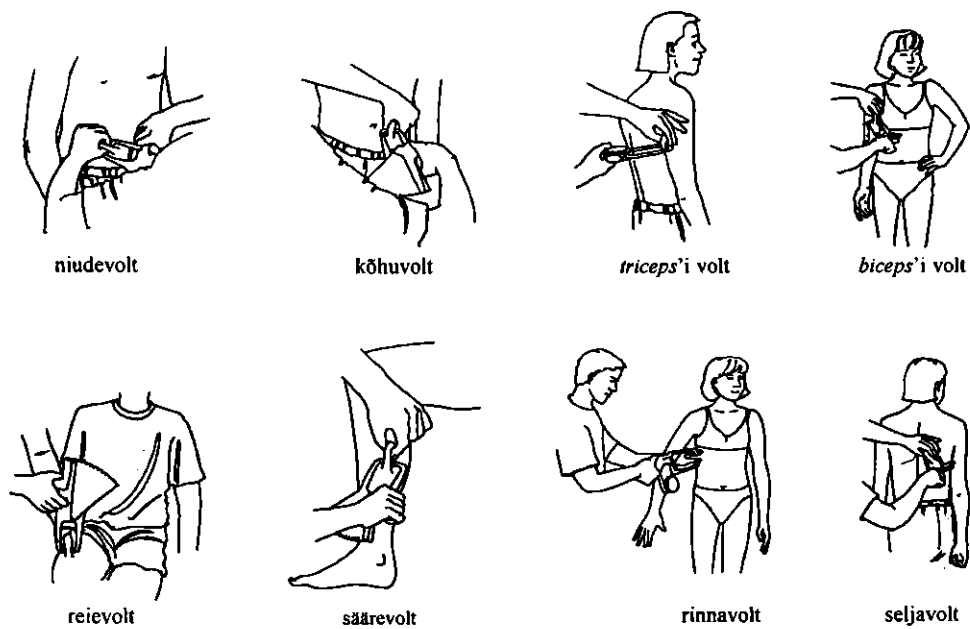
Kogu protseduur võtab aega 7–10 minutit. Joonistel 10 ja 11 on näidatud mõningate olulisemate mõõtmiste tehnika (Docherty, 1996).

Mõõtmistulemuste dünaamilisel hindamisel tuleb arvestada paratamatu mõõtmisveaga, mille vähendamiseks tehakse kaks mõõtmist ja võetakse nende keskmine.

Tabelis 9 on toodud diapsoon, millest alates mõõtude muutumist korduvuuringutel loetakse arvestatavaks.



Joonis 10. Ümbermõõdude mõõtmine (Docherty, 1996).



Joonis 11. Nahavoltide mõõtmine (Docherty, 1996).

kehamass	0,5 kg
pikkus	3,0 mm
laiusmõõdud:	
○ kehatüvi	2,0 mm
○ liigesed	1,0 mm
ümberrõõdud:	
○ alajäse	1,0 mm
○ ülajäse	2,0 mm
○ rindkere	1–2%
○ talje	2–3%
○ kõht	1 mm
○ puus	1 mm
nahavoldid	5%

Tabel 9. Antropomeetriliste parameetrite väärtuste mõõtmisviga ületav dünaamika.

Somatotüüpiseerimine

Populatsioonide kehaehituse variantide rohkuse tõttu kasutatakse kehaehituslike iseärasuste tüüpiseerimiseks mitmesuguseid skeeme. Konstitutsioon on organismi summaarne omadus reageerida kindlal moel väliskeskkonna mõjudele. Konstitutsiooni mõiste hõlmab nii keha kuju, organismi funktsioonide kui ka kõrgema närvitalitluse vastastikustmõju.

Inimese konstitutsiooni tüüp kujuneb lõplikult välja koos sugulise küpsuse saabumisega. Konstitutsiooni tüüp on geneetiliselt programmeeritud. Kuna nn. puhtaid tüüpe esineb harva ja enamikul juhtudel on tegemist segatüübiga, ainult ühe või teise konstitutsionaalse tüübi tunnuste ülekaaluga, on spetsiaalse treeninguga võimalik kujundada nn. puhas tüüp. Somatotüüp e. kehaehituse tüüp e. põhilaad on keha morfoloogilise ehituse avaldus käesoleval ajahetkel (Carter, Heath, 1990). Kehaehitusetüüp ja siseorganite morfofunktsionaalsed iseärasused on omavahel tihedalt seotud. Kehaehituse välise tüübi kunstlik muutumine ei muuda siiski siseorganite anatoomiat. Küll on aga võimalik organite füsioloogiline remodelatsioon teatud piirides seoses neile esitatavate funktsionaalsete nõudmiste suurenemisega. Kuid on selge, et normaalne muutlikkus ei ole piiramatult ning selle ületamine kutsub esile häireid organi talitluses. Populatsiooni kehaehituslikku heterogeensust saab vaadelda kui väliskeskkonna surve ulatuse näitajat. Bioloogilise adaptatsiooni küsimused pole senini lõplikult lahendatud.

Biener (1990) soovib laste klassifitseerimiseks kehaehituse järgi kasutada konstitutsiooniindeksit (KI):

KI = kehapikkus – (rinnaümberrõõd + kaal).

KI ≤ 42 — pükniline,

KI = 43–48 — atleetiline,

KI ≥ 49 — leptosoomne.

Meie soovitame kasutada pikkuse-kaalu klassifikatsiooni, mille alusel noorukid jaotatakse viide pikkuse-kaaluklassi: 1) **väikesed** — väikese kaalu ja lühikese kasvuga; 2) **keskmised** — keskmise kaalu ja keskmise kasvuga; 3) **suured** — suure kaalu ja pika kasvuga; 4) **püknikud** — suhteliselt suure kaalu ja lühikese kasvuga; 5) **leptosoomid** — suhteliselt väikese kaalu ja pika kasvuga. Kolmes esimeses klassis on pikkus ja kaal tasakaalustatud, kahes viimases tasakaalustamata. Pikkuse-kaalu viieklassiline klassifikatsioon sobib kõige paremini siseorganite, sealhulgas südame morfoloogiliste iseärasuste iseloomustamiseks noorukieas.

Tabel 10. 15-aastaste eesti noorukite keha pikkus ja mass pikkuse-kaalu viieklassilise klassifikatsiooni järgi (Maiste jt., 1999).

	tüdrukud		poisid	
	pikkus (cm) (M±δ)	kaal (kg) (M±δ)	pikkus (cm) (M±δ)	kaal (kg) (M±δ)
väikesed	156,3±4,6	44,0±4,5	162,9±5,24	47,6±5,0
keskmised	165,5±2,5	54,1±2,6	173,0±2,9	58,8±2,8
suured	172,5±3,0	64,8±4,8	181,6±4,7	70,6±7,2
püknikud	162,5±4,2	59,3±5,3	169,1±5,5	70,0±6,0
leptosoomid	168,6±4,8	50,8±7,2	175,9±6,0	57,0±8,5

Kasvu- ja kehalise arengu häired

Kasvu- ja arenguhäirete klassifikatsioon

Lapse kasvamine on tihedalt seotud sugulise küpsemisega. Puberteeti peetakse enneaegseks, kui algab tütarlastel 7–9-aastaselt, poistel 9–11-aastaselt. Puberteet on hilinenud, kui 13-aastaselt tütarlapsel ja 14-aastaselt poisil puuduvad algava puberteedi tunnused. Kasvu- ja arenguhäirete aluseks on mitteametlikult hormonaalsed nihked, mis oma olemuselt võivad olla:

- kaasasündinud;
- omandatud;
- mööduvad e. transitoorsed.

Kaasasündinud arenguhäired on tingitud geneetilisest arengudefektist. Nad võivad olla arengupeatuse tüüpi (kääbused) või seotud kasvuhormooni liigproduktiooniga, mille tulemuseks on hiidkasv. Ka võib esineda enneaegset sugulist küpsemist. Kaasasündinud arenguhäired vajavad eriravi.

Omandatud arenguhäired väljenduvad tavaliselt kasvu- ja arengupeatuses. Põhjuseks on rasked somaatilised infektsioonid ja mittenakkuslikud haigused, hüpoksilisisheemilised peaaukahjustused, traumaatilised ajukahjustused.

Mööduvad e. transitoorsed arenguhäired võivad olla nii kasvupeatuse kui ka aktseleratsiooni tüüpi. Lapse kehalise arengu erinevust eakaaslaste omast peetakse konstitutsiooni iseärasuseks, kui bioloogiline ja kronoloogiline vanus erinevad vähem kui kaks aastat.

Füsioloogiline kasvupeatus ja selle põhjused

Füsioloogiliseks kasvupeatuseks loetakse, kui lapse kasv erineb eakaaslaste omast kuni kahe aasta võrra. Füsioloogilist kasvupeatust tuleb eristada perekondlikust väikesekasvulisusest. Füsioloogilise kasvupeatuse peamisteks põhjusteks ja soodustavateks peetakse:

- toidu mittetäisväärtuslikkust nii kalorsuselt kui ka koostiselt;
- ebaratsionaalset kehalist aktiivsust;
- psühhosotsiaalseid faktoreid;
- ökoloogilis-kliimaatilisi tegureid.

Toitumishäired

Ratsionaalse ja tasakaalustatud toitumise tähtsusele organismi arengus pööratakse erilist tähelepanu alates 1980. aastatest (Barac-Nieto jt., 1980, 1984; FAO/WHO/UNU, 1985; Brownell jt., 1987; Martorell, 1989). Toidu valguvaegust lapsepõlves peetakse üheks olulisemaks lihaste vähesuse arengu põhjuseks. Ebapiisav kaltsiumisisaldus toidus või kaltsiumi omastamise häired on varajase osteoporoosi üheks põhjuseks. Meie andmetel (Maiste, jt. 1998) oli majanduslikult vähekindlustatud perekondadest poisid 15-aastaselt oma kehalises arengus eakaaslastest 1–1,5 aasta võrra maha jäänud. Toitumishäireid on sotsiaal-kultuuriliste mõjustuste tõttu kõige sagedamini alates 10.–15. eluaastast ja peamiselt neidudel (90% juhtudest). Soovsada olla ja selle tõttu piirata toidu kalorsust esineb nii aktiivselt kehalise kasvutusega tegelevate kui ka väheaktiivsete noorukite seas (Cheung, Richmond, 1995; Kurtzman jt., 1989). Brooks-Gunni jt. (1987) andmetel peab *menarche* normaalseks toimimiseks tütarlapse organismis olema 20–22% rasvkudet.

Lihtne vaegtoitumine võib üle minna patoloogiliseks (Brownell, Foreyt, 1987), mida on kahte tüüpi.

1. **Anorexia nervosa** e. neurootiline toidust keeldumine. Haigestuvad peamiselt (95% juhtudest) neiud ja noored täiskasvanud naised. *Anorexia nervosa* haiget iseloomustab soov säilitada kehakaalu minimaalsel tasemel vastavalt pikkusele.

Eesmärgi saavutamiseks toitutakse ebaratsionaalselt, tarvitatakse peamiselt väikese kalorisaldusega toitu, millele sageli kaasub valguvähesus. Tulemuseks on kaalu langus, keha koostise nihked rasvkoe vähenemise suunas ja primaarse või sekundaarse amenorröa teke. Ameerika psühhiaatria assotsiatsiooni andmetel (1992) on suremus *anorexia nervosa*'sse 5–18%.

Anorexia nervosa 'sse haigestumise ohugrupi moodustavad tüdrukud, kes kalduvad modellindusele, ja tüdrukud-maksimalistid, sageli ka balletti õppijad või iluvõimlemist harrastavad. Tihti soosivad haiguse teket vanemate tõekspidamised ja stressirohke elustiil.

2. ***Bulimia nervosa*** e. neurootiline liigsöömine. Haigestuvad peamiselt naissoost isikud (90% juhtudest) puberteedia lõpus (17–18-aastaselt) või noores täiskasvanueas. Liigsöömisele, mis on väljunud kontrolli alt, järgneb oksendamine maovaevuste vähendamiseks. Sageli kasutatakse kehakaalu säilitamiseks lahtisteid ja diureetikume. Söödav toit on tavaliselt kaloririkas (magus). Sageli süüakse salaja. *Bulimia nervosa*'t põdevad isikud kalduvad tavaliselt tüsedusele. Haigus ei vii surmale, kuid sagedane oksendamine kahjustab hambaid. Elektrolüütide, eriti K^+ suur kadu võib põhjustada hüpokaleemiat, sellest nõrkustunne ja südame rütmihäired.

On võimalik *anorexia nervosa* ja *bulimia nervosa* kombineerumine, kus toidu piiramisele kaasub oksendamine ja/või lahtistite kasutamine. Mõlemad patoloogilised vaegtoitumise häired vajavad psühhiaatrilist ravi juba haiguse algfaasis.

Ebaratsionaalne kehaline aktiivsus

Kehalise aktiivsuse soodne mõju kasvamisele ja arenemisele on üldtunnustatud. Sagedane on talvel väheliikuval lapsel liikumisrohke suve järel ilmnev kasvuefekt. Siiski pole senini täiesti selge intensiivse treeningu mõju kasvule. On kirjeldatud nn. konstitutsionaalset kasvupeetust, kus puberteediperioodi alguses jääb laps ilma erilise põhjuseta oma arengus eakaaslastest oluliselt maha, puberteet hilineb. Kasvupeetust intensiivselt treenivatel lastel peetakse sageli konstitutsionaalseks iseärasuseks, mitte seostuvaks treeninguga. Samal ajal on andmeid, et enne puberteeti intensiivse jalgrattatreeninguga tegelnud lastel on pidurdunud pikkade toruluude kasv. Arvatakse, et optimaalsed rõhuefektid stimuleerivad luude kasvu, seevastu ülepiirilised e. ekstsessiivsed rõhud pidurdavad luukoe lineaarset kasvu (Pate jt., 1990).

Psühhosotsiaalsed faktorid

On leitud, et halb kehaline areng on korrelatsioonis ebarahuldavate mikrosotsiaalsete tingimustega (Wolanski, 1988; Keller, 1988). Ka tugev müra, nii aktiivne kui ka

passiivne suitsetamine mõjustavad morfoloogilist staatust. Arengut pidurdab pidev stress. Noorte tippvõimlejate, -iluuisutajate hiline küpsemine on üldine probleem (Brownell, 1987; Gadpaille jt., 1987). Kui suur osa arengupeatustes on treeningul, milline toitumishäiretel ja psüühilisel stressil, on senini ebaselge. Arvatakse, et tugev psüühiline stress ühe aasta vältel pikendab *menarche* ilmutist viie kuu võrra. Geneetiliselt tagasihoidlike kehaliste eeldustega noorukite igapäevast kehalist aktiivsust mõjustavad oluliselt sotsialiseeriv situatsioon (ühistegevus) ja sotsialiseeriv keskkond (perekeskond, sõbrad, õpetajad-treenerid). Lapsed, kes ei ole kaasatud ühisesse kehalisse tegevusse, jäävad oma motoorses arengus maha. Kui ühiskond ei ole piisavalt tolerantne, kehalist ühistegevust soosiv ja toetav, hakkavad motoorse arengupeatusega noorukid veelgi enam ühistegevusest kõrvale hoidma, kalduvad individualismi ja leivad rakendust vähest liikumist soodustavates tegevustes, näiteks arvutid, televiisor.

Ökoloogilis-kliimaatilised tingimused

Inimesel on genotüüpne adaptatsioon ökoloogilis-kliimaatilistele teguritele. Mida erinevam on keskkond sellest, millega organism on geneetiliselt kohanenud, seda suurem on pidev adaptatiivsusstress ja seda sagedamini esineb ajutist arengupeatust. Organismi keskkonnatundlikkus e. ökosensitiivsus erineb arenguetapiti. Arvatakse, et rikutud geokeemilise tasakaalu puhul pidurdub poistel pikkuskasv ja kehakuju gratsiliseerub. Morfoloogilist staatust on seostatud elementide (Fe, Al, P, Ca) kontsentratsiooniga pinnases. Mikroelementide suurenenud kontsentratsioon toidus stimuleerib, vähenenud — pidurdab arengut.

Üldiselt ollakse seisukohal, et mida noorem on organism, seda suurem on keskkonnafaktorite mõju organismile. Vanusega suureneb pärilike faktorite tähendus fenotüübile.

Aktseleratsioon

Aktseleratsiooni (*secular trend*) all mõistetakse ühe põlvkonna laste keskmise pikkuse ja teiste antropomeetriliste keskmiste mõõtmete suurenemist, võrreldes eelnevate põlvkondadega. See tendents on eriti silmatorkav Euroopa maades ja USA-s. Nähtuse põhjused pole täpselt teada, oluliseks peetakse välismõjustusi, eriti toitumist ja kehalist koormust.

Kitsamas mõttes on aktseleratsioon lapse kiirenenud kasv ja arenemine, võrreldes eakaaslastega, erinevus võib olla kuni kaks aastat. Aktseleratsioon ei ole samastatav varajase sugulise küpsemisega, kus bioloogilise ja kronoloogilise vanuse erinevus ületab kahte aastat.

Aktseleratsioon võib oma olemuselt olla harmooniline ja mitteharmooniline. Harmoonilise aktseleratsiooni puhul arenevad ühtlaselt kõik nooruki organisüsteemid, ta on oma küpsusastmelt lihtsalt kuni kaks aastat oma eakaaslastest ees. Lihaskõuet ja vastupidavuse ning liikumisökoonomia poolest on ta oma eakaaslastest tunduvalt üle. Südam-vereringesüsteemi adaptatsioonireaktsioonid vastavad bioloogilisele vanusele, sarnanedes näiteks 16-aastaselt noore täiskasvanu omale. Somatogeenne aktseleratsioon võib toimuda disharmooniliselt nii morfoloogilises kui ka füsioloogilises mõttes. Kehamõõtmete välisele suurenemisele ei kaasu alati siseorganite, eriti südameproportsionaalne kasv. Enamikul juhtudel pole tasakaalustunud skeletisüsteemi dünaamiliste ja inertsete struktuuride morfofunktsionaalsed omadused, mistõttu eeldused vigastuste tekkeks liikumisaparaadis on suured. Lihaste puudulik areng, keha pikkuse ja lihasmassi düsbalanss soodustab eriti rühi- ja hoiakuhäirete teket. Liigese- ja sidemesüsteemi puudulik areng võib olla liigeste valeseisu ja sellest tulenevate kahjustuste põhjuseks. On täheldatud, et 14–19-aastastel tõstesportlasega tegelevatel noorukitel ei ole enamasti lülisamm 19. eluaastaks luustunud. Samal ajal on mitteharmooniliste aktselerantide liikumiskvaliteet enamikul juhtudel vanusenäitajate piires. Seederi (1995) andmeil on nendest ainult 3,9%-l liikumisökoonomika oluline mahajäämus kõigi parameetrite, 9,8%-l üksikute omaduste poolest.

Mittetäielikult kujunenud regulatsioonimehhanisme on noorukieas kerge tasakaalust välja viia. Ühe organisüsteemi adaptatsiooniprotsesside puudulikkust hüvitavad teiste süsteemide kompensatoorsed mehhanismid, eeskätt sümpatoadrenalsüsteemi ülemäärane stimulatsioon, mis võib lõpptulemusena viia organikahjustustele.

Aktselerantidel on kalduvus:

- ortostaatilistele häiretele;
- hüpertüreosile;
- kehahoiaku ja liikumisaparatuuri häiretele;
- psühho- ja neuropaatiale.

Bioloogiline vanus ja selle määramine

Inimese kronoloogiline ja bioloogiline vanus ei ole alati samased. Erinevus võib tekkida igal eluetapil seoses organismi pideva dünaamilise muutumisega (lapse- ja noorukieas kasvamise või täiskasvanueas taandarengu suunas). Organisüsteemide adaptatsioon välismõjustustele toimub vastavalt bioloogilisele vanusele, seetõttu on bioloogilise vanuse määramine funktsionaalsete võimete hindamisel olulise tähtsusega.

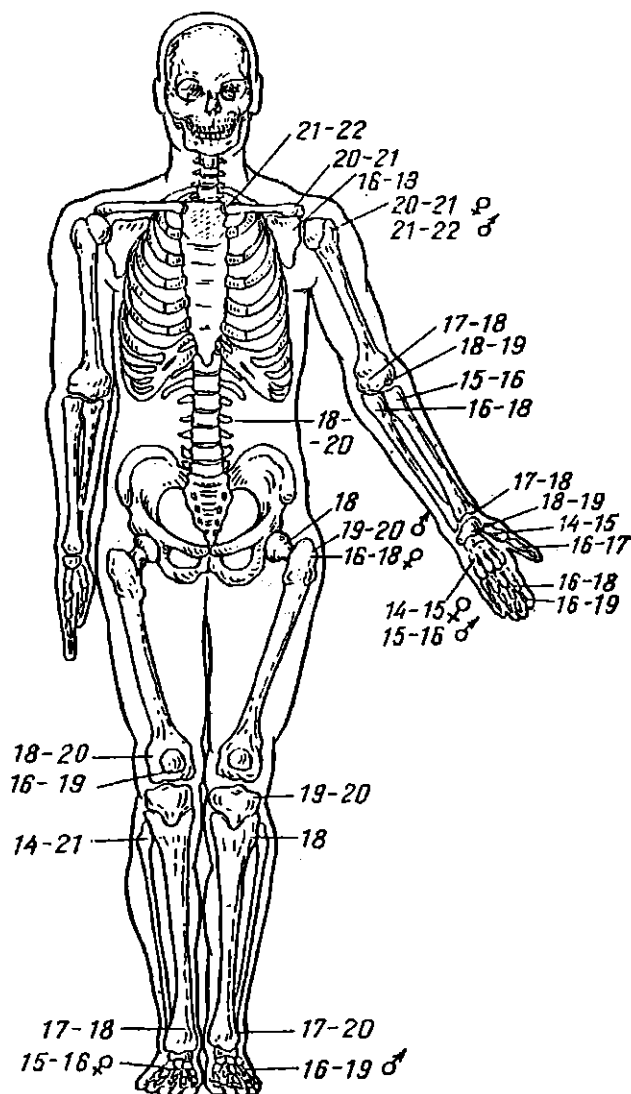
Bioloogilise ja kronoloogilise vanuse diferents võib olla eriti suur puberteetiperioodil, mil organismi areng on suhteliselt kiire, võrreldes teiste eluperioodidega, kuid individuaalselt vägagi erinev. Laps on tegelikult jõudnud puberteeti siis, kui

luuline vanus vastab puberteedieale. Luulise vanuse hilinemist kronoloogilisest ühe aasta võrra hinnatakse kui normivarianti, mis ei nõua arstlikku vahelesegamist. Nooruki kehaliste võimete hindamise ja arendamise seisukohalt on aga bioloogilise ja kronoloogilise arengu erinevuse õigeaegne hindamine väga oluline.

Noorukite bioloogilise vanuse määramiseks on mitmesuguseid meetodeid.

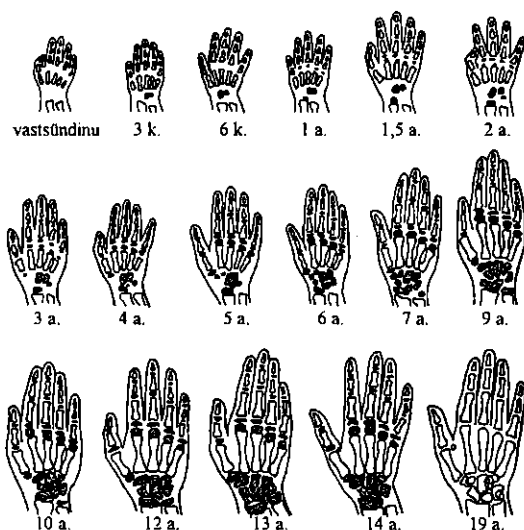
1. Luulise vanuse määramine.

- Kasvujoonte luustumisastme järgi röntgenipildi alusel. Skeleti luustumise kiirust sõltuvalt soost on kujutatud joonisel 12.



Joonis 12. Skeleti luustumise kiirus (vanus aastates) sõltuvalt soost.

- Karpogrammi alusel. Vasaku käe labakäe ja randmeliigesest tehtud röntgenipiltidel hinnatakse luustumistuumade teket ja arenemist randmeluudes ning võrreldakse neid Greulich'i, Pyle'i (1950) või Schmid'i ja Molli (1960) atlase vanuselist andmetega (joonis 13).



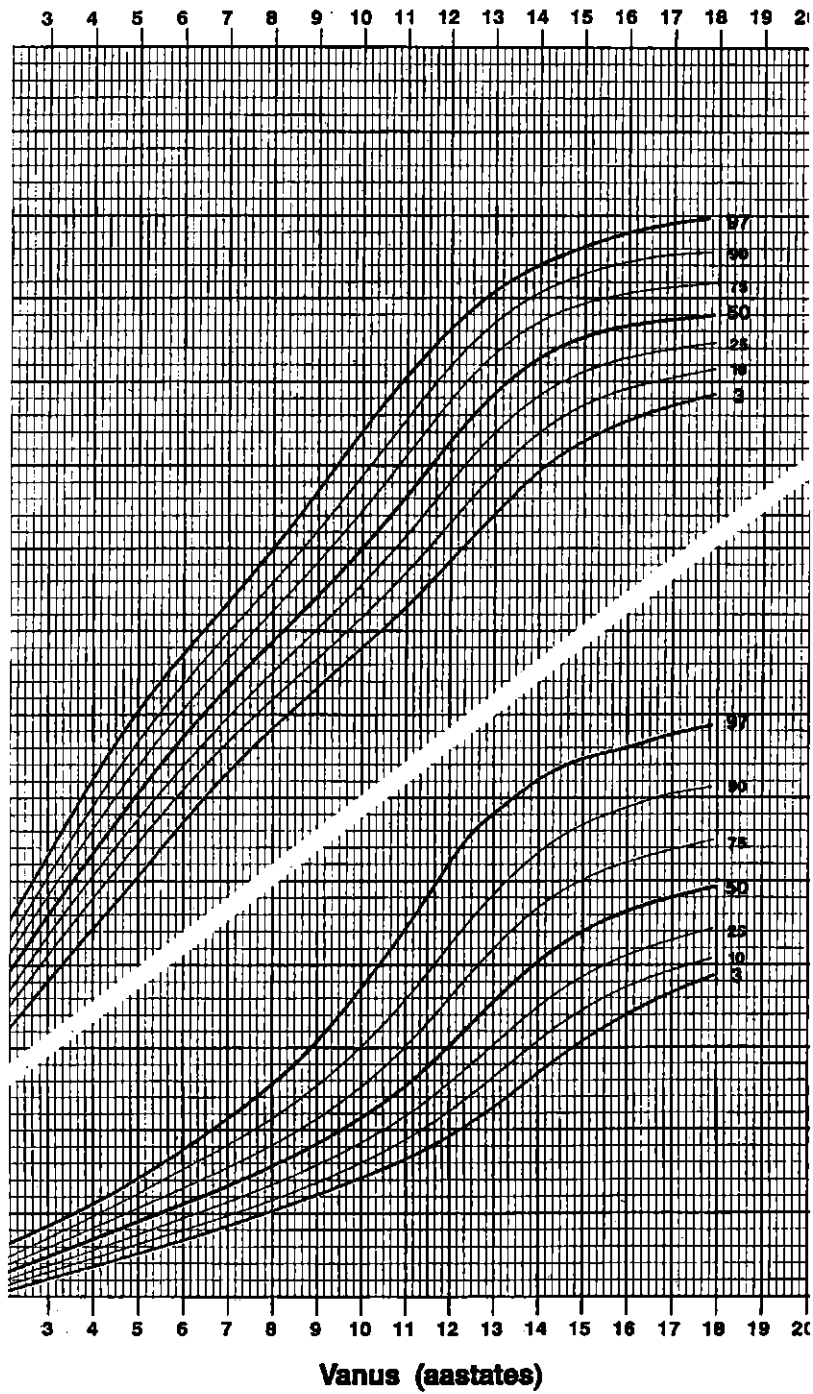
Joonis 13. Labakäe skeleti areng (Schmid, Moll, 1960).

2. Vanuse hindamine kasvu-kaalu alusel. Kasvu ja kaalu suure variatsiooni tõttu on kasutatavad vaid uuritava etnilise grupi kohta koostatud kasvu-kaalu ealised pretsentiilkõverad (joonis 14 ja 15). Nooruki kasvu peetakse eale mittevastavaks, kuid võimaliku füsioloogilise variatsiooni piiresse kuuluvaks, kui kasv erineb eakaaslaste omast >28 võrra, s.t. kasv asub pikkusekõveral kas esimese 10% või >90–100% piirkonnas. Samamoodi hinnatakse lapse kaalu. Kui lapse kasv või kaal erineb >38 võrra keskväärtusest, on kasvu või kaalu diferents patoloogiline, võrreldes eakaaslastega.
3. Randmeliigese pindala määramine (Kelly, Reynold, 1947, Labitzke, 1970 modifikatsioonis). Randme pindala ja vanuse vahel on lineaarne korrelatsioon. Randme pindala (FI) määramiseks tehakse röntgenülesvõtte kergelt painutatud sõrmeliigestega vasakust randmeliigesest, millel dorsovolaarsuunas ühendatakse joonega I ja IV kämblalu proksimaalne ja *ulna-radius*'e distaalne ots.

$$FI = \frac{(AC) \times (BD)}{2}$$

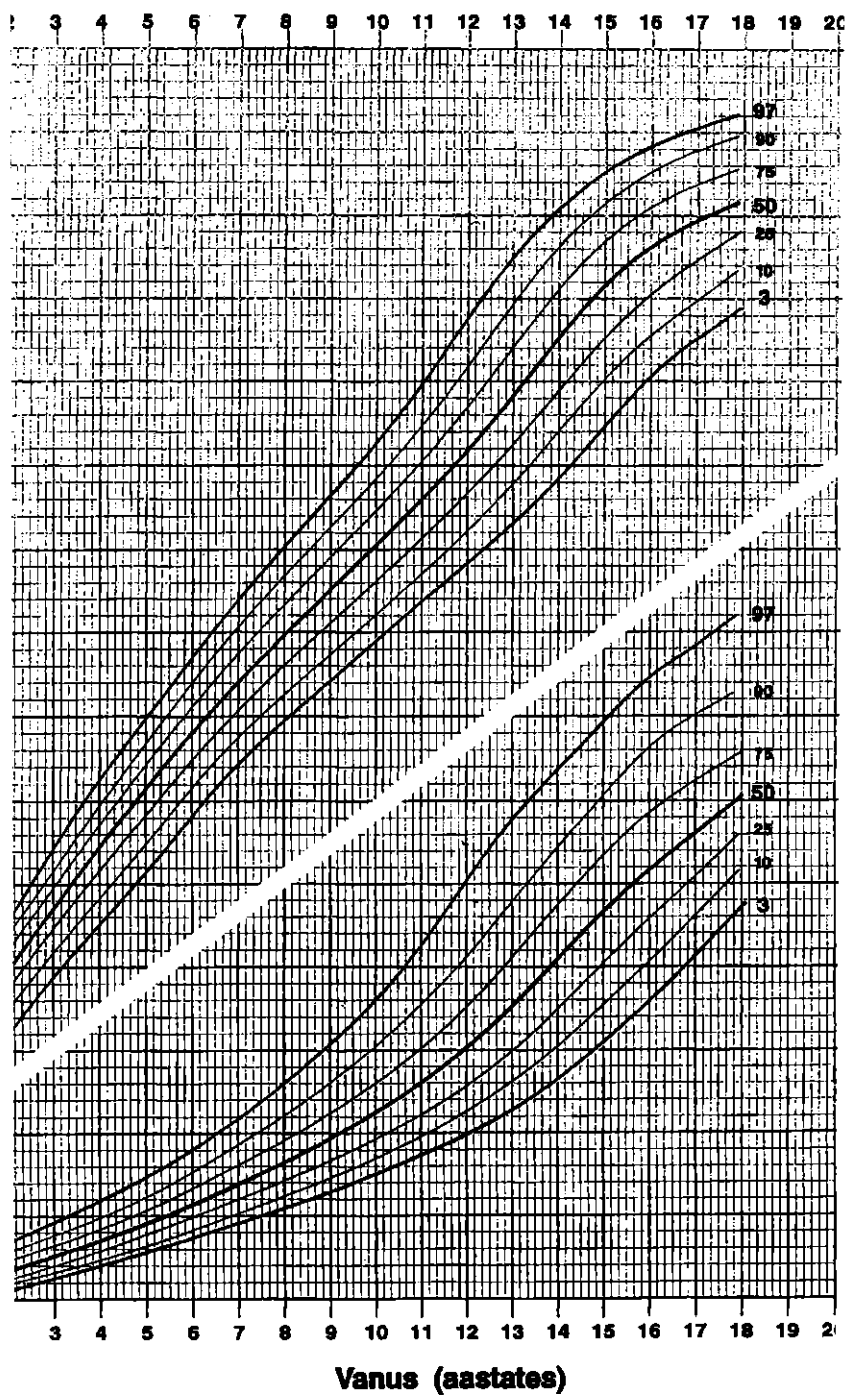
Tulemust võrreldakse Labitzke regressiooninomogrammiga (joonis 16).

Tervise ja kehalise töövõime arendamine noorukieas

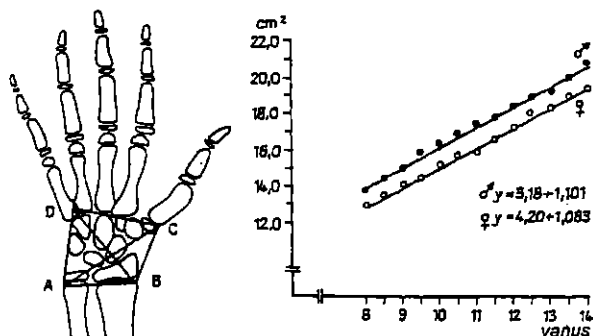


1. Tütarlaste pikkuse ja massi protsentiljaotuse kasvukõverad.

Kehaline areng ja selle hindamine



5. Poeglaste pikkuse ja massi protsentiiljaotuse kasvukõverad.



Joonis 16. Randmeliigese pindala määramine ja nomogramm vanuse hindamiseks (Labitzke, 1970).

4. Sportlik e. võistluslik vanus. Klimt (1992) soovib igapäevatöös samaealiste laste ja noorukite kehalise arengu erinevuste nivelleerimiseks kasutada kehaliste võimete hindamisel sportlikku e. võistluslikku vanust (BV), mis ühtib üldjoontes bioloogilise vanusega. Sportliku vanuse arvutamiseks leitakse lapse vanuseline vastavus kasvu ja kaalu järgi etniliste kasvu-kaalukõverate alusel ja selle põhjal arvutatakse sportlik vanus.

$$BV = \frac{\text{vanus} \times 2 + \text{vanus pikkuse järgi} + \text{vanus kaalu järgi}}{4}$$

Meie andmetel (Maiste jt., 1998) on see valem hästi kasutatav arengus mahajäänud laste ja aktselerantide selgitamiseks puberteediperioodi algaastatel. Hilisperioodis, kus pikakasvulised noorukid on saavutanud oma oletatava täiskasvanupikkuse, tuleb bioloogilise vanuse hindamisel kasutada lisaks Tanneri (1962) skaalat ja vajadusel määrata ka luuline vanus. Meie andmetel on Klimti valemi alusel arvutatud sportliku vanuse ja Tanneri skaala korrelatiivne seos soost sõltumatu ning tihe ($r = 0,8$).

Kehaliste võimete hindamine

Kehaliste võimete hindamise üldpõhimõtted

Kehaliste võimete hindamiseks noorukieas ei ole õige kasutada ainult sporditulemusi. Sporditulemus ei iseloomusta koormusi ega mehhanisme, mida organism on rakendanud selle saavutamiseks. Kehaliste võimete ja võimaluste täpsemaks hindamiseks kasutatakse mitmesuguseid teste, mis peegeldavad morfoloogilis-funktsionaalseid iseärasusi, adaptatsioonimehhanismide sisselülitumise ulatust ja ökonoomsust, funktsionaalset reservi, homöostaasi stabiilsust pingutusseisundis ning taastumisperioodi iseärasusi. Testid on funktsioonispetsiifilised. Metodoloogiliste erinevuste tõttu ei saa erinevate funktsionaalsete testide tulemusi omavahel võrrelda.

Komplekshinnangu andmisel ei või erinevate testide tulemusi summeerida, sest:

- summas ei peegeldu ühe või teise testi osatähtsus üldhinnangus;
- üksikute testide tulemuste tähendus töövõimele nende spetsiifilisuse tõttu on erinev. Treenitus ühel alal või head tulemused ühes töövõime näitajas ei tähenda häid võimeid teistel aladel.

Üldhinnangu andmiseks on võetud kasutusele mõiste “fitness”, s.t. sobivus, kõlblikkus. Selle all mõistetakse inimese sobivust mingiks tegevuseks. Osaliselt kattub töövõime ja tervisefitnessi mõiste. Hea fitnessi puhul on tegevus efektiivne, ülesande sooritamine ei ole liialt väsitav, taastumine toimub kiiresti. Et fitnessi tähendus kätkeb paralleelselt anatoomilis-füsioloogiliste elementidega olulisel määral ka subjektiivseid ja psühhosotsiaalseid tegureid, võib viimaste mõju domineerida. Positiivse stimulatsiooni puhul võivad nad varjutada morfoloogilis-funktsionaalseid puudujääke, negatiivsel mõjustusel aga olla madala töövõime põhjuseks. Eriti sageli on see täheldatav noorukitel, kel esineb subjektiivse hinnangu, motivatsiooni ja objektiivsete näitajate düsbalanss. Funktsionaalsete testide eesmärgiks on leida kriitiline koormus, mille tulemusena organisüsteemide adaptatsioonivõime uutele tingimustele on ammendatud ja koormus tuleb katkestada. Amplituudi, mille võrra on võimalik organi funktsiooni maksimaalselt suurendada, nimetatakse funktsionaalseks reserviks. Enne testide sooritamist peab olema selge testi konkreetne eesmärk ja vastavalt sellele valitakse meetodika.

Koormustestid

Koormustestile esitatavad nõuded

Koormustest peab olema:

- 1) piisavalt informatsiooni andev;
- 2) täpselt reprodutseeritav;
- 3) kasutatav dünaamikas nii individuaalsete võimete hindamiseks kui ka gruppidevaheliste võrdlusandmete saamiseks longitudinaalsetes uuringutes;
- 4) tehniliselt lihtne, testi peavad olema võimelised sooritama kõik terved inimesed ilma eriettevalmistuseta;
- 5) testitavale minimaalse riskiga.

Lähtudes eespool püstitatud nõuetest ja WHO soovitustest, kasutatakse ainult standardiseeritud teste, kusjuures baastestiks on istuvas asendis sooritatud veloergomeetriline koormustest pedalleerimise sagedusega 60 pööret minutis (Löllgen jt., 1988, Rowland, 1993, 1996, Wasserman jt., 1987).

Koormustestide liigid

Standardiseeritud koormustesti sooritamiseks kasutatakse veloergomeetrit, liikurrada e. tredmilli või stepptesti standardiseeritud meetodikaid. Veloergomeeter võib olla jalgade veloergomeeter või käsiveloergomeeter.

Käsiveloergomeetrit kasutatakse laste ja noorukite testimise praktikas harva. Tema diagnostiline väärtus on suhteliselt tagasihoidlik, võrreldes teiste meetoditega. Kuna tööst võtab osa suhteliselt väike osa skeletilihaskonnast, ei ole see meetodika kasutatav üldise kehalise töövõime hindamiseks ja on kooliarsti praktikas väheoluline. Küll aga on selle meetodiga kergem selgitada vererõhu patoloogilist kõrgenemist ja ülajäsemete tööga seostuvaid isheemilisi seisundeid täiskasvanutel.

Jalgade veloergomeetrit tehakse nii istuvas asendis kui ka lamades. Istuvas asendis tehtud uuring on füsioloogilisem, sest enamik igapäevaelus ettetulevaid koormusi toimub ortostaatilises asendis. Selles tööasendis on peale kardiaalse komponendi olulised ortostaatilised mõjustused ja alajäsemete ning kõhulihaste perifeerse lihaspumba võimsus, mille tähtsust üldise koormustaluvuse hindamisel ei tohi alahinnata. Veloergomeetriline koormustest istuvas asendis on üldise koormustaluvuse määramiseks kõige sobivam. Lamavas asendis tehtud uuringu eeliseks on võimalus kasutada mitmesuguseid tehniliselt keerulisi hemodünaamika uurimismeetodeid, mis kuuluvad kliinilise diagnostika valdkonda, samuti detailsemalt hinnata kardiaalse komponendi osa koormustaluvuses. Istuvas ja lamavas asendis

sooritatud koormustestidel registreeritud hemodünaamika parameetrid ei ole omavahel võrreldavad.

Liikurrada e. tredmilli kasutatakse ülekaalukalt USA-s. Kesk-Euroopa maades on pikka aega olnud veloergomeeter eelistatum, kuid viimasel ajal on ka siin hakatud üle minema liikurrajale. Väikestel lastel on koormustest liikurrajal kergemini teostatav kas käimise või kerge jooksupäik, eriti kui tegevust on võimalik jälgida videokaamera abil. Jalgrattaga sõitmine vajab lihaste teatud arengu ja koordineerimise astet. Liikurrada on hinnalt oluliselt kallim kui veloergomeeter, vajab suuremat ruumi ja seetõttu koolimeditatsioonil niipea vaevalt kasutatav.

Steppteste saab pidada vaid suhteliselt standardiseerituteks, kuid neid saab edukalt kasutada skriininguuringuteks ja nad on koolides igati sobilikud, ei ole vaja keerulist aparatuuri, mistõttu nad on odavad. Stepptest ei sobi diagnostiliseks testiks ravisutuses.

Koormustestide näidustused (AHA, 1994)

Koormustestide võib jaotada püstitatud eesmärgi järgi:

- 1) kehalise töövõime hindamise testid, mille eesmärgiks on:
 - üldise kehalise töövõime määramine, selgitamiseks, kas tööalane ja muu päevane koormus vastab füsioloogilise koormustaluvuse nivoole;
 - spetsiaalse fitnessikomponendi (vastupidavus, jõud, kiirus, aeroobne koormustaluvus) võimaliku puudujäägi selgitamine;
 - lähtevõimete määramine enne treeninguprogrammi käivitamist;
 - treeningu efektiivsuse hindamine;
- 2) provokatsioonitestid:
 - subkliiniliste, puhkeolekus mitteavalduvate patofüsioloogiliste muutuste manifesteerimine (nn. *trigger*- e. püstikuefekt);
 - olemasolevate patofüsioloogiliste nihete võimendamine;
- 3) diagnostilised testid:
 - rütmihäirete diagnoosimine;
 - kliiniliste sümptomite (valu rinnus, õhupuudus, köha, väsimus) diferentsiaal-diagnostika;
 - adekvaatse ravirežiimi väljatöötamine, arvestades päevase kehalise koormuse varieerumist;
- 4) südame-veresoonkonda korrigeerivate kirurgiliste operatsioonide efektiivsuse hindamine.

Koormustestid lapse- ja noorukieas on tunduvalt vähem ohtlikud kui täiskasvanutel, kellel üldise töövõime määrab 60%-l juhtudest koronaar- ja müokardiaalne reserv. Lastel ja noorukitel limiteeritakse töövõime enamikul juhtudel liikumisaparaadi

võimsuse poolt, mistõttu koormus katkestatakse enne müokardiaal- või koronaar-reservi ammendumist. Mildembergeri ja Kaltenbachi (1989) andmetel on täiskasvanud südamehaigetel koormustestide ajal eluohtlike seisundite tekkimise sagedus 1:12 000, sealhulgas veloergomeetril 1:8000, stepptestil 1:21 000.

Koormustestide vastunäidustused (AHA, 1994)

Koormustestide vastunäidustused lapse- ja noorukieas on samad, mis täiskasvanutel.

Koormustesti absoluutsed vastunäidustused:

- 1) südame ägedad põletikulised haigused (müokardiit, perikardiit, reumaatiline põletik) ägedas staadiumis;
- 2) kontrollimata, kaasasündinud südamerikked;
- 3) äge infarkt;
- 4) hingamisteede äge haigestumine (kopsupõletik, äge bronhiit, ülemiste hingamisteede katarr, astmaatiline seisund);
- 5) raske arteriaalne hüpertensioon (vererõhk $\geq 240/120$ mmHg);
- 6) neerude ja kuseteede äge haigestumine;
- 7) äge hepatiit (kuni 3 kuud haiguse algusest);
- 8) ravimite üledoseerimine (digitaalis, antiarütmikumid, salitsülaadid).

Koormustesti suhtelised vastunäidustused (testi võib teostada ainult laboratooriumi tingimustes, kus on olemas esmaabi ja intensiivabi võimalused):

- 1) hemodünaamiliselt oluline aordistenoos;
- 2) hemodünaamiliselt oluline pulmonaalstenoos;
- 3) sage ventrikulaarne düsrütmia;
- 4) koronaarpatoloogia kahtlus (vasaku koronaararteri anomaalia, pärilik hüperkolesterineemia);
- 5) väljendunud pulmonaalhüpertensioon;
- 6) metaboolsed häired;
- 7) hemorraagiline diatees;
- 8) anamneesis ortostaatilised kollapsid koormuse ajal või taastumisperioodis.

Koormustesti ajal registreeritavad parameetrid

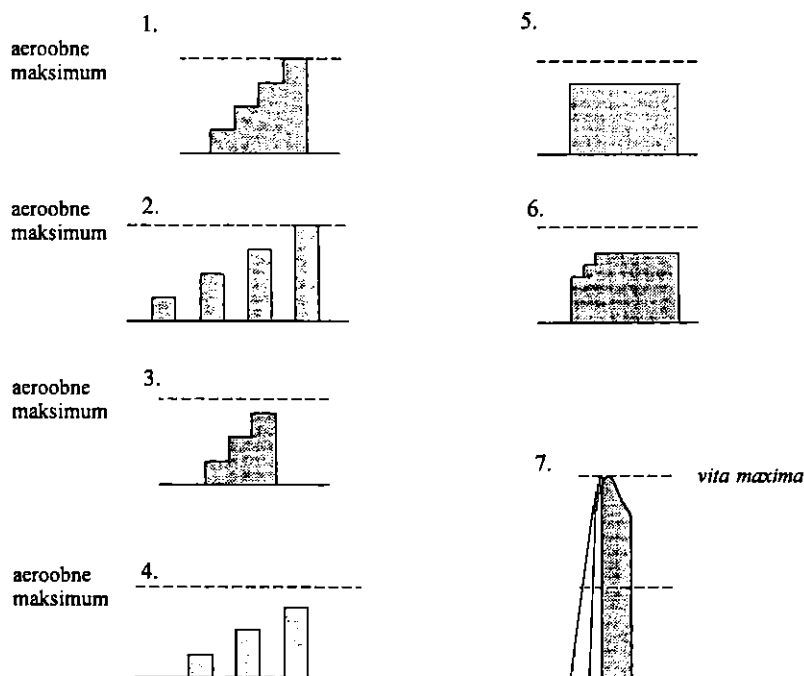
Koormustesti ajal registreeritavate parameetrite hulk sõltub uuringu eesmärgist. Olenemata lisauuringutest (gaasivahetuse määramine, südame löögi- ja minutimahu dünaamika hindamine, mitmesuguste ensüümide, hormoonide jm. dünaamika koormuse vältel) hinnatakse standardparameetritena testi igal minutil pulsi ja arteriaalse vererõhu dünaamikat, iga koormusetapi lõpul registreeritakse EKG muutused. Tervete

laste kehalise võimekuse testimisel ei ole EKG registreerimine alati vajalik, kuna koormuse katkestamise põhjuseks ei ole üldjuhul koronaarreservi ammendumine, võimalike düsrütmiate teket saab aga kohe avastada pulsi monitoorse jälgimisega.

Veloergomeetrilise koormustesti metoodika

Koormustesti metoodikas on eri autorid eri arvamusel nii koormusastme kestuse, koormuse algraskuse, koormuse intensiivsuse tõstmise suurusjärgu kui ka hemodünaamika parameetrite jälgimise aja suhtes taastumisperioodil. Erisuguse raskusastmega ja kestusega koormuse mõju hemodünaamika parameetritele on oluliselt erinev, mistõttu metoodika valikul tuleb lähtuda uuringu eesmärgist. Kordus- e. dünaamiliste uuringute puhul on vajalik kasutada sama metoodikat eelmistel testimistel kasutatuga, vastasel juhul ei saa tulemusi võrrelda.

Koormustestil kasutatakse järgmisi koormusskeeme (joonis 17).



Joonis 17. Koormustestide tüübid: 1 — puhkepausideta astmeliselt suurenev koormus kuni maksimaalseni, 2 — puhkepausidega astmeliselt suurenev koormus kuni maksimaalseni, 3 — puhkepausideta astmeliselt suurenev koormus submaksimaalseni, 4 — puhkepausidega astmeliselt suurenev koormus submaksimaalseni, 5 — püsiva intensiivsusega koormus, 6 — astmeliselt erisuguse kiirusega suurenev koormus submaksimaalseni, 7 — maksimaalne koormus — *vita maxima*.

1. Püsiva koormusega testid:

- Püsiva koormusega test kerge või mõõduka (0,5–1 W/kg) koormusega. Testi saab kasutada adaptatsiooniprotsesside hindamiseks.
- Püsiva submaksimaalse koormusega test. Seda kasutatakse diagnostilise provokatsioonitena bronhide koormusest indutseeritud spasmi avastamiseks.
- Püsiva koormuse meetodika ei ole sobiv üldise töövõime hindamiseks.

2. Tõusva koormusega testid.

- Intervalltest puhkepausidega, mille puhul iga koormusastme vahel on 1–3-minutine puhkepaus. See test võtab palju aega ja leiab kasutamist vaid erijuhumite puhul.
- Kiiresti suureneva koormusega test, kus koormuse intensiivsust suurendatakse iga minuti tagant. Koormuse intensiivsuse kiire muutumise tõttu koormuse ajal ei suuda hemodünaamika parameetrid stabiliseeruda, seetõttu pole sellise meetodikaga võimalik hinnata adaptatsiooniprotsesse. Küll aga võib sellist meetodikat kasutada skriining-uringute puhul koronaarreservi määramiseks.
- Keskmise kiirusega suureneva koormusega test, mis on praktikas kõige levinum. See võib olla kas koormusastme standardiseeritud kestusega ja koormuse suurenemise standardiseeritud intensiivsusega, näiteks iga koormusastme kestus on kolm minutit ja iga järgmine koormusaste on eelmisest 50W võrra raskem, või koormusastmete kestust ja raskuse suurenemist varieeritakse, näiteks koormust suurendatakse iga minuti tagant. Kui koormuse raskus läheneb submaksimaalsele, sooritatakse koormust kolm või neli minutit.

Ühe koormusastme kestus on tavaliselt 2–5 minutit (keskmiselt 3 minutit). Laste uuringutel kasutatakse sageli kaheminutist koormust, sest lastel stabiliseerub hemodünaamika kiiremini (umbes 2 minutiga) ja lihaskonna nõrkuse tõttu ei ole lapsed võimelised pikaajaliseks tööks. Puberteediperioodi algstaadiumist alates, mil koormustaluvust limiteerivad domineerivalt regulatsioonimehhanismid, ei ole kaheminutine koormusaste regulatsioonihäirete avastamiseks piisav.

Kui noorukil kahtlustatakse koronaarpatoloogiat ja on vaja hinnata koronaarreservi, soovitakse kasutada *vita maxima* meetodit, mille puhul koormust tõstetakse 25W kaupa iga minuti tagant kuni koormuse katkestamise objektiivsete kriteeriumideni. Koronaarpatoloogia puudumisel noorukil koormustesti ajal koronaarreserv ei ammendu ja koormuse katkestamise põhjused on kas ekstrakardiaalsed või adaptatiivsetest häiretest tingitud.

Noorukite koormuse intensiivsuse suurendamisel järgnevatel koormusastmetel lähtutakse kõige sagedamini kehakaalust. Tabelis 11 on antud Adamsi (1966) poolt soovitatud koormuse tõstmise meetodika. Iga koormusaste kestab 6 minutit.

Steiniger ja Theile (1979) soovivad üldise kehalise töövõime määramisel koormuse suurendamiseks järgmist skeemi:

poisid: 1 W/kg + (1,5 W/kg) + 2 W/kg;

tüdrukud: 1 W/kg + 1,5 W/kg + (1,8–2 W/kg)

kehamass (kg)	koormus (W)		
	I aste	II aste	III aste
<30	16,5	33	50
30–39,9	16,5	50	80
40–59,9	16,5	50	100
≥60	16,5	83	133

Tabel 11. Soovitav koormusastmete raskus submaksimaalse astmeliselt tõusva koormusega veloergomeetriselise koormustesti puhul sõltuvalt kehakaalust (Adams, 1966).

Klimt (1992) soovib alustada koormusega 1 W/kg. Kui pulsisagedus esimese koormusetapi lõpul ei ületa 110 lööki/min, tõsta järgneval koormusetapil koormust 1 W/kg võrra. Kui pulsisagedus on kõrgem kui 110 lööki/min, suurendada koormust 0,5 W/kg võrra. Sama kehtib teise koormusetapi kohta. Kui pulsisagedus on koormusetapi lõpul 140 lööki/min, tõsta 1 W/kg võrra, kui on kiirem, — 0,5 W/kg võrra.

Ülekaalulistel lastel soovitakse alustada koormusest 0,5–0,75 W/kg, sest kõrgemal koormusel tõuseb pulsisagedus kohe väga kõrgele.

Meie kogemused puberteedieas laste kehalise võimekuse testimisel näitavad, et sobivaim on astmeliselt tõusva koormusega test, kusjuures esimese koormusastme kestus on viis minutit, koormuse intensiivsus 1 W/kg. Järgnevate koormusastmete kestus on kolm minutit. Koormust suurendatakse vastavalt nooruki kehalistele eeldustele kas 0,5 W/kg või 1 W/kg võrra. Selliseks kolmeastmelise koormuse sooritamiseks on enamik noorukeid võimelised. Taastumisperioodil peaks hemodünaamika parameetrite jälgimise kestus olema 8–10 minutit, kusjuures pulsi ja vererõhu väärtusi tuleks registreerida igal jälgimise minutil. Hemodünaamika ebasoovitavad nihked noorukitel avalduvad sagedamini just taastumisperioodi eri etappidel kui vahetult koormuse ajal. Meie soovitatud meetodika võimaldab esimesel koormusastmel hinnata hemodünaamika adaptatsiooni mõõdukale koormusele ja järgnevate koormusetappide tulemuste alusel arvutada nooruki üldist kehalist töövõimet ning avastada koormusel ilmnevaid rütmihäireid ja EKG muutusi. See meetodika on kasutatav ka diagnostiliste provokatsioonitestide ja kestuskoormuse eeltestina. Ta nõuab suhteliselt vähe aega. Ühe koormustesti ajakulu koos tulemuste hindamisega on keskmiselt 30–45 minutit. Seda meetodikat võib soovitada koolis õpilaste testimiseks ja koormustaluvuse hindamiseks.

Koormusest genereeritud bronhispasmi kahtluse puhul kasutatakse provokatsioonitesti, mille puhul pärast lühikest soojendust suurendatakse koormuse võimsust kiiresti submaksimaalseni ja sellel koormusel püütakse töötada 3–5 minutit. Hinnatakse bronhide läbitavuse muutusi spirograafi abil enne ja pärast koormust.

Kestuskoormuse tolerantsi määramiseks, samuti ravimite ratsionaalse doseerimise testimiseks metaboolsete häiretega haigetel tuleb alati enne määrata üldine kehaline võimekus. Selle alusel arvutatakse PWC_{100} , PWC_{120} , PWC_{150} jne. ja korraldatakse soovitavale pulsisagedusele vastava võimsusega koormustesti juba püsikoormusena 5–10 minutit, mille vältel hinnatakse spetsiifiliste, näiteks seerumi glükoosinivoo jt. parameetrite dünaamikat.

Spetsiifilised, erisuunitlusega koormustestid kuuluvad rohkem kliinilise meditsiini valdkonda. Koolimeditsiini ülesandeks on üldise koormustaluvuse määramine ja regulatsioonihäirete avastamine.

Liikurrajal e. tredmillil sooritatava koormustesti metoodika

Nooremas koolieas ja halvasti arenenud koordineerimisega lastele on liikurrajal koormuse sooritamine käepärasem, sest nõuded koordineerimisele on väiksemad ja jõukomponent minimaalne. Ka meenutab see koormuse viis rohkem igapäevast käimist. Koormuse intensiivsust liikurrajal reguleeritakse raja liikumiskiiruse suurendamise ja kaldenurga tõstmisega (tabel 12).

Tabel 12. Liikurrajal koormuse intensiivsuse tõstmise programm noorukitele (Löllgen jt., 1990).

uuritavad	algkoormus		intensiivsuse tõus koormusastmel	kestus
	kiirus	kaldenurk		
treenimata	kõnd 4 km/h	2,5% või	2,5%	3 min
	või 4–6 km/h	0%	1 km/h	3 min
	jooks 7 km/h	0%	1 km/h	3 min
hästi treenitud	8–10 km/h (2–2,5 m/s)	1–1,5% või 5%	2 km/h (0,5 m/s)	3 min

Nooremas koolieas ei suurendata liikurraja kiirust üle 5,6 km/h. Koormuse suurendamiseks suurendatakse liikurraja kaldenurka vastavalt kehakaalule.

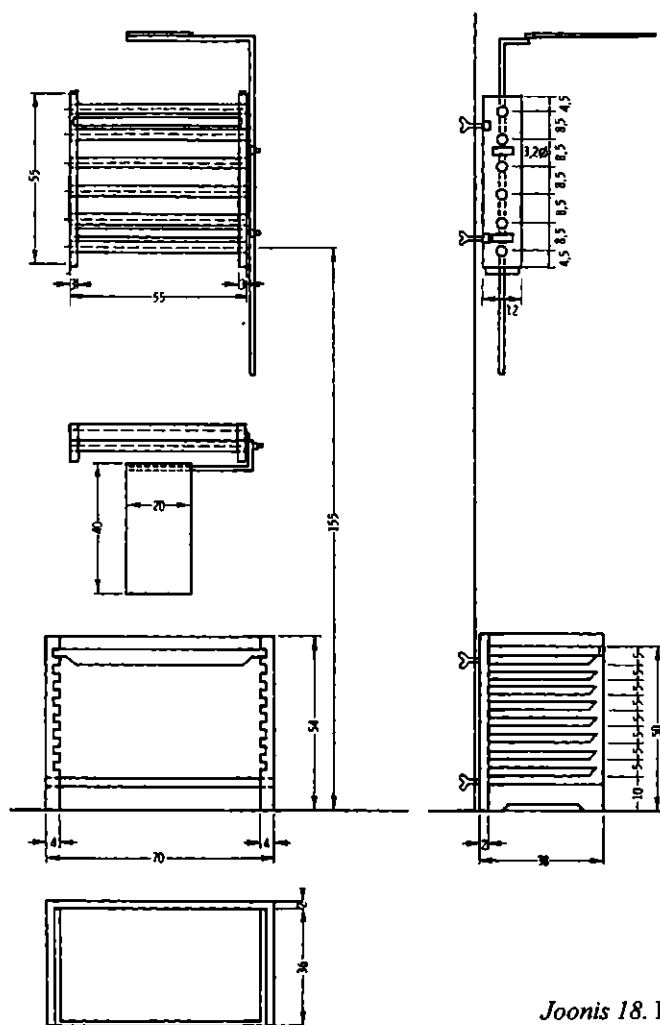
Hapnikutarbimine liikurrajal sama võimsusega (W) sooritatud koormuse ajal on madalam kui veloergomeeterkoormusel ja seetõttu üldise kehalise võimekuse näitaja vattides tuleb tavaliselt kõrgem, võrreldes veloergomeetritestiga.

Tabel 13. Üldise kehalise võimekuse näitaja (W) erinevus sõltuvalt koormustesti metoodikast (Åstrand ja Rodahl, 1970).

üldise kehalise võimekuse näitaja	erinevus (%)
1) liikurrada (kaldenurgaga)	100
2) liikurrada (horisontaalne)	95–98
3) veloergomeetria (istudes)	93–95
4) veloergomeetria (lamades)	82–85
5) veloergomeetria (istudes, ühe jalaga)	65–70
6) käsiveloergomeetria	65–70
7) ujumine	85
8) stepptest	97

Stepptestide metoodika

Stepptest on oma odavuse, metoodika lihtsuse, füsioloogilisuse ja piisava informatiivsusega kasutatav üldise kehalise võimekuse määramiseks orienteeriva testina igas koolis. Stepptestil kasutatav koormus peab olema standardiseeritud ja seega reprodutseeritav korduvuuringutel. Kükkimistest ei ole sobiv, sest jala sirutuslihaste vähese võimsuse tõttu ei suuda lapsed hoida vajalikku tempot ja test ei ole dünaamikas reprodutseeritav. Sobivaimad on mitmesugused astmetele tõusmise testid metronoomi rütmis. Hea on kasutada Kaltenbachi astmepinki, mille astme kõrgus on kergesti reguleeritav (joonis 18). Võib kasutada ka eraldi kindla kõrgusega astmeid. Kaltenbachi astmepink on varbseina ääres asuv 70 cm laiune aste, mille kõrgus on muudetav 10-st kuni 50 cm-ni.



Joonis 18. Kaltenbachi astmepingi skeem.

Stepptesti sooritamisel tõuseb uuritav astmele metronoomi järgi neljataktilises rütmis. Pulsi ja vererõhu väärtused (vajadusel ka EKG) registreeritakse enne koormust ja taastumisperioodil istudes. Stepptesti sooritamisel on üldiseks nõudeks, et uuritav peab kinni pidama rütmist.

Sooritatud koormuse võimsus arvutatakse astme kõrguse, uuritava kehakaalu ja tõusude arvu järgi minutis. Astmelt allaastumiseks vajalik energia moodustab 1/3 astmele tõusmiseks vajalikust energiast. Koormuse suuruse arvutamiseks kasutatakse valemit:

$$\begin{aligned} N &= 1,33 \times m \times h \times n \text{ (kgm/min) e.} \\ &= (1,33 \times m \times h \times n)/6,06 \text{ (W) e.} \\ &= 1/24 \times H \times G \times F \text{ (W),} \end{aligned}$$

kus N — töö võimsus, 1,33 — töö hulk, mis teostatakse astmel üles/alla astumisel; m — kehamass (kg); h — astme kõrgus (m); n — astumiste arv 1 minuti jooksul; H — astme kõrgus (m); G — kehamass (g); F — metronoomisagedus; 1/24 — metronoomisageduse ja kilogramm-meetrite ümberarvutamine vattidesse.

Astme vajalik kõrgus määratakse nomogrammi abil.

Kasutatakse nii ühe- kui ka kaheetapilisi steppteste. Üheetapilisi treenituse hindamiseks, kaheetapilised testid võimaldavad määrata üldist kehalist töövõimet. Alljärgnevalt toome kasutatavamate stepptestide meetodikad.

Harvardi stepptest nõuab treenimata isikult töövõime maksimaalset rakendamist ja on seetõttu laste ja vähetreenitud noorukite testimise praktikas ebasobiv. Teda kasutatakse sageli aga spordimeditšiinis ja 17–18-aastaste noorte treenituse hindamiseks. Pulsisagedus ja vererõhk määratakse enne koormust istudes. Uuritav teeb astmele 30 tõusu/min viie minuti kestel. Astme kõrgus noormeestele on 50 cm, tütarlastele 45 cm. Pärast töö lõppu loetakse pulsisagedus 30 sekundi vältel uuritava istudes. Pulsisagedus määratakse täpselt esimese (Hf_1), teise (Hf_2) ja kolmanda (Hf_3) taastumisminuti lõppemisel järgneva minuti esimese 30 sekundi jooksul. Arvutatakse fitnessindeks (FI).

$$FI = \frac{\text{koormuse kestus sek} \times 100}{2 \times (Hf_1 + Hf_2 + Hf_3)}.$$

Lühendatud variandi puhul määratakse pulsisagedus koormusjärgsel perioodil kaks korda:

esimese 30 sekundi jooksul vahetult pärast koormuse lõpetamist (Hf_1) ja taastumisperioodi teise minuti esimese poole vältel (Hf_2). Fitnessindeks (FI) arvutatakse järgmiselt:

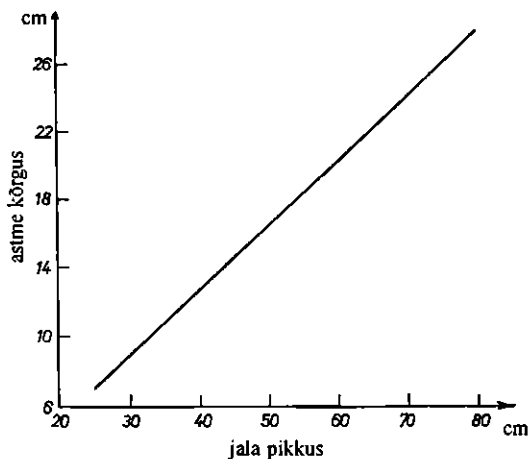
$$FI = \frac{\text{koormuse kestus s} \times 100}{5,5 \times (Hf_1 + Hf_2)}.$$

Harvardi stepptesti tulemuste hindamise standardid eesti koolinoortele (Kalam, Viru, 1973) on toodud tabelis 14.

hinnang	fitnessiindeks	
	poeglapsed	tütarlapsed
mitterahuldav	<67	<64
alla keskmise	67–75	64–70
keskpärane	76–91	71–88
hea	92–100	89–100
väga hea	>100	>100

Tabel 14. Standardid Harvardi stepptesti tulemuste hindamiseks eesti koolinoortel (Kalam, Viru 1973).

Hettingeri ja Rodahli (1962) stepptest on lastele ja vähese töövõimega noorukitele sobivam. Erinevus Harvardi stepptestist on selles, et teostatava koormuse võimsus on väiksem ja määratakse sõltuvalt uuritava kehalisest arengust. Astme kõrgus varieerub 20–50 cm-ni sõltuvalt nooruki jala pikkusest (joonis 19). Tõusude sagedus on 25 tõusu minutis kolme minuti vältel (metronoomisagedus on 100). Taastumis-perioodil ühe, kahe ja viie minuti möödudes määratakse pulsisagedus istudes 30 sekundi vältel ja vererõhu väärtused.



Joonis 19. Astme vajalik kõrgus stepptesti sooritamiseks sõltuvalt jala pikkusest (Hettinger ja Rodahl, 1962).

Koormuse suurus leitakse nomogrammilt vastavalt astme kõrgusele ja uuritava kehamaasile (joonis 20).

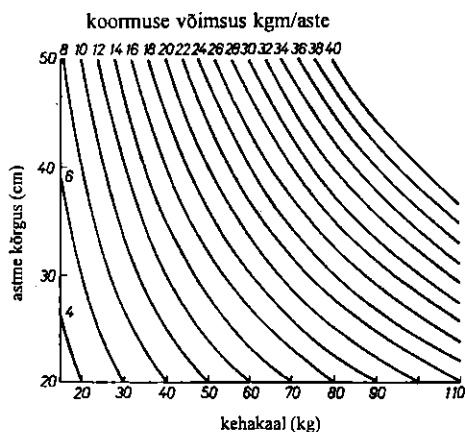
Kui uuritav ei suuda säilitada vajalikku rütmi või katkestab töö väsimuse tõttu enneaegselt, tuleb arvestada testi sooritamiseks tegelikult kulunud aega.

Stepptesti-indeks (SI) arvutatakse sel puhul vererõhu väärtusi arvestamata:

$$SI = \frac{t \times 100}{(Hf1 + Hf2 + Hf5) \times 2},$$

kus t — testi sooritamise aeg sekundites, $Hf1$, $Hf2$, $Hf5$ — pulsisagedus 30 s vältel taastumisperioodi esimese, teise ja viienda minuti lõpul.

Hinnang vastavalt SI väärtustele: <25 — madal; 25–40 — alla keskmise; 40–55 — keskmine; 55–70 — hea; >70 — väga hea.



Joonis 20. Nomogramm koormuse suuruse hindamiseks Hettingeri-Rodahli stepp testi ajal.

Kui uuritav suudab sooritada koormust 5 minuti kestel, kasutatakse tulemuste hindamiseks valemit, mis arvestab nii pulsi kui ka süstoolse vererõhu dünaamikat taastumisperioodil.

$$SI = \frac{100 \times \text{summa}}{\text{koormus}}.$$

$$\text{Summa} = \frac{(R1-Rr) + (R2-Rr) + (R5-Rr)}{4} + (P1-Pr) + (P2-Pr) + (P5-Pr),$$

kus Pr — pulsisagedus puhkeolekus, Rr — süstoolne vererõhk puhkeolekus, P1, P2, P5 — pulsisagedus 1.–5.-taastumisminutil, R1, R2, R5 — süstoolne vererõhk 1.–5.-taastumisminutil.

Tabel 15. Stepp testi normväärtused sõltuvalt vanusest ja soost (Hettinger ja Rodahl, 1960).

vanus (aasta)	sugu	$x \pm \delta$	vanus (aasta)	sugu	$x \pm \delta$	vanus (aasta)	sugu	$x \pm \delta$
3	M	389±153	7	M	227±84	14	M	133±54
	N	510±116		N	235±72		N	171±47
4	M	368±88	8	M	198±94	16	M	94±26
	N	355±115		N	242±103		N	161±55
5	M	307±106	10	M	175±63	18	M	97±30
	N	288±96		N	185±67		N	155±42
6	M	273±103	12	M	142±61			
	N	241±79		N	176±55			

Kaheetapiline stepptest sobib üldise kehalise töövõime määramiseks ja on veloergomeetri puudumisel asendustestina noorukite kehalise töövõime testimiseks sobivaim. Olemuselt on tegemist tõusva koormusega intervalltestiga.

Metoodika. Astme kõrgused valitakse vastavalt nooruki kasvule. Pärast 10-minutilist istumist mõõdetakse uuritaval pulsisagedus 30 sekundi vältel ja vererõhu väärtused. Seejärel sooritab uuritav metronoomi taktis 30 tõusu minutis kolme minuti vältel. Esimese koormuse viimasel minutil määratakse pulsisagedus. Pärast töö lõppu uuritav istub, esimese taastumisminuti esimese 10 sekundi jooksul määratakse pulsisagedus ja järgneva 30 sekundi vältel vererõhk. Samad mõõtmised tehakse teisel ja kolmandal taastumisminutil. Järgnevalt sooritab uuritav teise, suurema intensiivsusega koormuse. Koormuse intensiivsust suurendatakse astme kõrguse tõstmise abil. Tõusude arv minutis jääb samaks. Pulsisagedus ja vererõhk mõõdetakse analoogselt eelmise koormusega.

Submaksimaalne intervallstepptest (Hanne, 1971)

See test on kasutatav 7–12-aastaste väikese koormustaluvusega tütarlaste testimiseks. Astme kõrgus on püsiv (30 cm), kiireneb vaid astumiste arv minutis. Iga koormusastme kestus on 5 minutit, puhkepausid koormuste vahel 5–10 minutit. Tõusude arv minutis eri koormusastmetel on toodud tabelis 16.

	koormus		
	I	II	III
tõusude arv minutis	15	22,5	30
koormuse võimsus (W/kg)	1,0	1,5	2,0

Tabel 16. Tõusude arv ja koormuse võimsuse määramine Hanne testi puhul.

Mõlemad testid võimaldavad arvutada ja hinnata üldist aeroobset töövõimet.

Koormustesti katkestamise kriteeriumid

Subjektiivsed kriteeriumid

Koormuse taluvus sõltub olulisel määral subjektiivsetest teguritest ja motivatsioonist.

Seetõttu on oluline hinnata eraldi subjektiivse väsimuse astet. Koormuse raskuse subjektiivseks hindamiseks kasutatakse Borgi skaalat või selle modifikatsiooni (1970, 1998), mis võimaldab hinnata subjektiivset väsimust mitte ainult sõnades, vaid ka arvuliselt — pallides. Koormuse subjektiivne hindamine on võimalik alates 10.–12. eluaastast, harva nooremalt. Et koormustesti sooritamise edukus sõltub olulisel määral testitava motivatsioonist ja tahtest, stimuleerib skaala kasutamine testitavat ise aktiivselt hindama väsimuse astet ja sageli, eriti noorukite puhul, end pingutama.

Subjektiivse väsimuse astet lastakse uuritaval hinnata iga koormuse lõpul. Koormus katkestatakse väsimuse 17.–18. (modifitseeritud skaala kasutamisel 8.) astmel.

Tabel 17. Modifitseeritud Borgi skaala ja Borgi skaala subjektiivse väsimuse (*Rating of Perceived Exertion*) hindamiseks ning subjektiivse väsimuse seos maksimaalse koormusega.

modifitseeritud Borgi skaala		Borgi skaala		% $\dot{V}O_2$ max
0	üldse mitte	5		
0,5	väga, väga kerge	6	väga, väga kerge	
		7		
		8		35%
1	väga kerge	9	väga kerge	
		10		35–50%
2	kerge	11	kerge	
3	mõõdukas	12		
4	veidi raskem	13	veidi raskem	50–70%
		14		
5	raske	15	raske	70–80%
6		16		
7	väga raske	17	väga raske	80–95%
8		18		
9				
10	väga, väga raske	19	väga, väga raske	
00	maksimaalne	20	maksimaalne	100%

Objektiivsed kriteeriumid

Koormus tuleb alati katkestada väsimuse objektiivsete tunnuste ilmnemisel. Nendeks on:

- 1) valu rindkeres;
- 2) väsimuse II aste (tabel 18);
- 3) kahvatus, sinakus e. tsüanoos, külm higi;
- 4) väljendunud hingeldus, raskendatud rääkimine;
- 5) tasakaaluhäired;
- 6) arteriaalse vererõhu tõus 250/120 mmHg;
- 7) arteriaalse vererõhu tõusu lakkamine koormuse intensiivsuse tõstmisel;
- 8) arteriaalse vererõhu langus koormuse ajal;
- 9) EKG patoloogilised muutused (rütmihäirete teke, isheemilist tüüpi ST-depressiooni teke);
- 10) maksimaalse pulsisageduse saavutamine (vastavalt vanusele).

Tabel 18. Väsimusastme hindamise objektiivsed kriteeriumid.

tunnus	väsimusaste		
	kerge (I)	keskmine (II)	tugev (III)
näo värvus	kergelt roosakas	tugevasti punetav	tugevasti punetav või kahvatu, sinakas
kõne, miimika	tavaline	pinge näos, kõne häiritud	kannatav, rääkimine takistatud hingeldusest
higistamine	minimaalne	rindkereosas tugev	väga tugev üle keha
hingamine	veidi sagenenud	tugevasti sagenenud, korrapärane	väga sage, pindmine, ebakorrapärane
liigutused	ei ole häiritud	ebakindlad, komistamine, ei hoia tempot	koordinatsiooni- ja tasakaaluhäired
kaebused	puuduvad	väsimus, hingeldus, kohin kõrvades	tugev väsimus, valu lihastes, peavalu, iiveldus

Koormustesti hindamine

Koormuse intensiivsuse hindamine

Koormustesti hindamisel on vaja selgitada, kui raske oli sooritatud koormus uuritavale isikule. Raskusastmelt võib koormus olla mitmesugune.

1. Supermaksimaalne, s.t. kasutatud on maksimaalselt nii aeroobse kui ka anaeroobse töö võimalused.

2. Maksimaalne aeroobne koormus (W_{max}). Seda kasutatakse maksimaalse hapnikutarbimise ($\dot{V}O_2 \max$) otsesel määramisel. Hapnikutarbimist peetakse maksimaalseks, kui koormuse suurenedes hapnikutarbimise juurdekasv lakkab ehk metoodilise mõõtmisvea piires ei ületa 2 ml/kg/min. Nooremaelistel lastel kujuneb selline platoo harva. $\dot{V}O_2 \max$ kaudseks markeriks peetakse vere laktaadikontsentratsiooni tõusu üle 9 mmol/l ja respiratoorset koefitsienti (RQ) >1. Kui $\dot{V}O_2 \max$ ei ole võimalik määrata, peetakse maksimaalseks koormust, millele vastab eakohane maksimaalne pulsisagedus. Lastel ja noorukitel on selleks 220 lööki/min. Täiskasvanul võrdub eakohane maksimaalne pulsisagedus $205 - 0,5 \times \text{vanus}$. Kliiniliselt tuleb pidada maksimaalseks koormuseks ka subjektiivsetel (väsimusaste 20 Borgi skaala järgi, valu lihastes, valu rindkeres) või objektiivsetel põhjustel (vererõhu tõus, tasakaaluhäired, EKG muutused) katkestatud koormust. Alati on oluline märkida, millise kriteeriumi järgi maksimaalne koormus on määratud.

3. Submaksimaalne koormus moodustab 75–85% maksimaalsest. Lastel ja noorukitel, kelle kronotroopne reserv on väike, erinevad pulsi järgi määratud submaksimaalse ja maksimaalse koormuse võimsus vähe. Nooremaealistel kiireneb pulss sageli supramaksimaalsete väärtusteni, mida lapsed on võimelised taluma maksimaalselt 30–45 sekundit.

4. Treeningukoormus, mis arvutatakse vastavalt treeningu soovitud intensiivsusele.

5. Kestustöö koormus, mis võib olla 40–50% maksimaalse koormuse intensiivsusest, koormuse üksikud tipud võivad ulatuda 60–70%-ni $\dot{V}O_2$ max-st.

Teiste kriteeriumide puudumisel kasutatakse koormuse intensiivsuse arvutamiseks pulsisageduse järgi järgmist valemit (Skinner, 1989, Klimt, 1992):

$$I = \frac{\text{koormuseaegne pulsisagedus} - \text{puhkepulsi sagedus}}{\text{maksimaalne pulsisagedus} - \text{puhkepulsi sagedus}} \times 100.$$

Lastel ja vähetreenitud noorukitel ei saa kronotroopse reservi väiksuse tõttu submaksimaalset koormust sageli määrata pulsisageduse järgi. Olulisemateks kriteeriumideks on subjektiivse ja objektiivse väsimuse näitajad ning vererõhu väärtused.

Koormuspulsi sagedus ja treenitus

Pulsi sagedus koormusel sõltub hea treenituse puhul koormuse raskusest ja vanusest. Tabelis 19 on antud koormuse kuuenda minuti koormuspulsi keskmised ja standardhälbe väärtused vastavalt vanusele ja veloergomeeterkoormuse raskusele. Koormusel saadud pulsisageduse ja selle kõikumise alusel hinnatakse kehalist töövõimet vastava skaala järgi (Mellerowicz, 1983).

Tabel 19. Pulsisagedus (lööki/min) doseeritud veloergomeeterkoormusel sõltuvalt vanusest.

vanus	poisid			tüdrukud		
	1W/kg $x \pm \delta$	1,5W/kg $x \pm \delta$	2W/kg $x \pm \delta$	1W/kg $x \pm \delta$	1,5W/kg $x \pm \delta$	2W/kg $x \pm \delta$
7	139±11	157±14	161±10	150±13	168±14	– –
8	143±10	161±11	170±13	150±11	173±14	– –
9	132±12	149±12	165±14	147±10	168±10	173±10
10	132±11	150±11	167±7	147±13	167±16	172±5
11	132±13	154±14	179±16	141±11	168±12	189±7
12	123±10	142±12	160±13	138±17	160±17	173±12
13	122±13	140±13	158±12	137±11	159±11	176±8
14	120±16	141±16	156±15	133±14	157±16	173±13

pulsisagedus	töövõime
$\bar{x}+3\delta$	tugevasti piiratud
$\bar{x}+2\delta$	piiratud
$\bar{x}\pm 1\delta$	normaalne
$\bar{x}-2\delta$	hea
$\bar{x}-3\delta$	väga hea

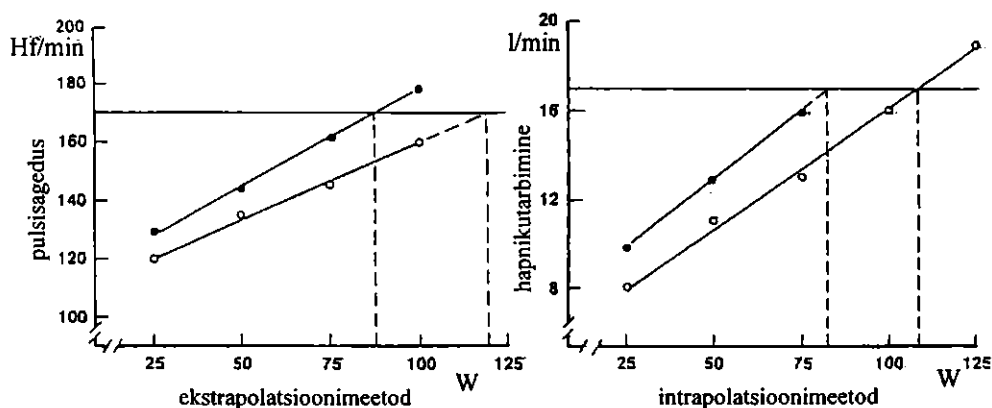
Tabel 20. Kehalise töövõime (treenituse) hindamise skaala (Mellerowicz jt., 1983) pulsisageduse alusel veloergomeeterkoormusel.

Üldise kehalise töövõime määramine

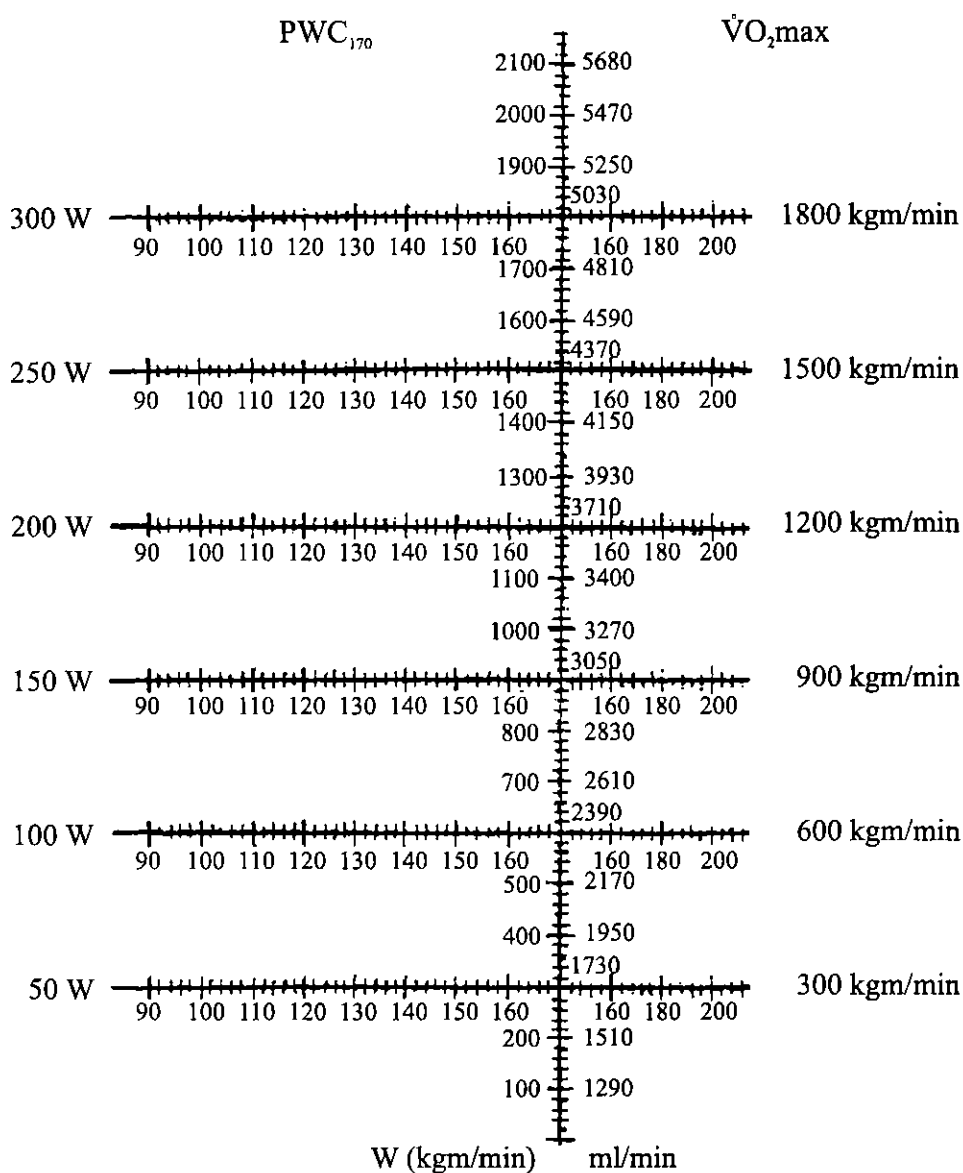
Pulsi suur labiilsus lastel ja noorukitel ning väljendunud stardireaktsioonide esinemine komplitseerib oluliselt koormustaluvuse hindamist ja võrdlemist. Koormuse suuruse standardiseerimiseks kasutatakse fikseeritud pulsisagedusega koormuse arvutamist. Üldise kehalise töövõime (*physical working capacity*) näitajana on üldtunnustatud PWC_{170} , s.t. koormus, mille puhul pulsisagedus on 170 lööki/min. Samal meetodil on võimalik arvutada ka koormused, mille puhul pulsisagedus on vastavalt 150 (PWC_{150}), 100 (PWC_{100}) jne. lööki/min. Arvutamiseks kasutatakse kas valemit (Wahlund, 1948), intra- või ekstrapolatsioonimeetodit (joonis 21) või nomogrammi (Åstrand ja Rhyning, 1954) (joonis 22).

PWC_{170} määratakse astmeliselt tõusva koormustesti alusel, kusjuures koormusastmeid peab olema vähemalt kaks ja pulsisagedus esimesel koormusel 100–120, teisel koormusel 150–170 lööki.

Lastel ja noorukitel võib pulsisagedus kronotroopse reservi suure reaktiivsuse tõttu tõusta teisel koormusel kõrgemale kui 170. Teiselt poolt võib perifeerse lihaskonna väikese töövõime tõttu koormus ja sellega seoses pulsisagedus jääda liiga madalaks. Sel puhul ei vasta intrapolatsioonimeetodil saadud $\dot{V}O_2$ max väärtused tegelikkusele.



Joonis 21. PWC_{170} määramine ekstrapolatsiooni- ja intrapolatsioonimeetodil.



Joonis 22. Nomogramm PWC_{170} ja $\dot{V}O_2\max$ määramiseks (Åstrand, Rhyning, 1954).

PWC_{170} arvutamine (Wahlund, 1948). Kui teisel koormusastmel on pulsisagedus <170 , kasutatakse valemit:

$$PWC_{170} = N2 + \frac{(N2 - N1) \times (170 - Hf2)}{Hf2 - Hf1} \quad (W/\min \text{ või } kgm/\min);$$

kui aga pulsisagedus on >170 , valemit:

$$PWC_{170} = N2 - \frac{(N2 - N1) \times (Hf2 - 170)}{Hf2 - Hf1} \text{ (W/min või kgm/min),}$$

kus $N1$ — esimese koormuse võimsus, $N2$ — teise koormuse võimsus, $Hf1$ — pulsisagedus esimese koormuse lõpul, $Hf2$ — pulsisagedus teise koormuse lõpul.

Kui nooruk ei suuda viimasel koormusastmel sooritada koormust nõutava aja vältel (3 minutit), vaid katkestab koormuse varem, loetakse viimase koormusastme raskuseks koormuse võimsus, ümber arvestatult vastavalt teostatud ajale. Näiteks eelmine koormus oli 100 W, järgmine koormus on 125 W, mida suudetakse sooritada 90 sekundi vältel 3 minuti asemel. Koormuse võimsus suurenes järgmisel astmel 25 W, koormuse juurdekasv töö ühe ajaühiku (minuti) kohta on 8,33 W. Lõppkoormus on:

$$100 \text{ W} + 8,33 \text{ W} \times 1,5 \text{ (minutit)} = 112,5 \text{ W (mitte 125 W).}$$

Et kehaline töövõime sõltub kehaehituse iseärasustest, kasutatakse individuaalsete erinevuste nivelleerimiseks üldise kehalise töövõime standardiseerimist kehakaalule (W/kg) või kehapindalale (W/m²) või kehamassiindeksile (kehakaal/pikkus²). Normiväärtused ja koormustaluvuse kliiniline hinnang on antud tabelites 21–26. Lastel ja noorukitel tuleb intrapolatsioonimeetodil määrata PWC_{170} ka väsimusastme järgi analoogselt pulsisageduse järgi määramisega. Submaksimaalsele koormusele vastab väsimus 17–18, maksimaalsele 20. Oluline on võrrelda koormuse erinevusi subjektiivse ja objektiivse kriteeriumi järgi. See võimaldab treeningukoormust paremini doseerida.

Kaltenbach (1966) soovib koormuse intensiivsuse ja koormustaluvuse standardiseerimiseks kasutada nn. normaliseeritud kehapindala 1,73 m² ja arvutada tulemused ümber nn. normaliseeritud koormusele (W_n):

$$W_n = \frac{W \times 1,73}{S}.$$

kus W — sooritatud koormus, S — kehapindala.

Selline käsitus on küll keerukas, kuid aitab hinnata täpsemalt pulsi dünaamikat vastavalt koormusele.

Tabel 21. Kooliõpilaste PWC_{170} väärtused (W/kg) sõltuvalt vanusest (Mocellin ja Rutenfranz, 1979).

vanus aastates	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
poisid	1,69	1,8	1,93	2,04	2,14	2,22	2,3	2,39	2,47	2,53	2,56	2,59	2,59	2,58
tüdrukud	1,39	1,29	1,57	1,63	1,7	1,75	1,79	1,82	1,81	1,78	1,77	1,76	1,75	1,75

Tabel 22. Koolilaste PWC_{170} väärtused (W/m^2) (Lorenz ja Leupold, 1975).

kehapindala m^2	poisid $x \pm \delta$	tüdrukud $x \pm \delta$	kehapindala m^2	poisid $x \pm \delta$	tüdrukud $x \pm \delta$
0,90–0,94	37±7,4	44±8,4	1,30–1,39	79±11,6	62±10,3
0,95–0,99	4±7,2	40±8,0	1,40–1,49	90±15,7	69±12,7
1,00–1,09	52±11,8	44±9,8	1,50–1,59	116±10,7	87±18,2
1,10–1,19	61±13,3	47±10,6	1,60–1,69	121±24,7	86±10,5
1,20–1,29	63±12,2	54±13,3	≥1,70	3±33,7	81±12,1

Tabel 23. PWC_{170} (kgm/min), PWC_{170} standardiseeritud 1 kg kehamassi kohta (kgm/min/kg) a individuaalne koormustolerants (MET) 15-aastastel eesti noorukitel sõltuvalt kehaindeksist (Maiste, Matsin jt., 1997).

kehamassi- indeks	PWC_{170} (kgm/min)		PWC_{170} (kgm/min/kg)		individuaalne koor- mustaluvus (MET)	
	poisid $x \pm \delta$	tüdrukud $x \pm \delta$	poisid $x \pm \delta$	tüdrukud $x \pm \delta$	poisid $x \pm \delta$	tüdrukud $x \pm \delta$
<20	888,7±213,7	527,7±163,7	16,7±3,5	11,2±2,3	11,3±1,9	8,3±1,3
20–23	1058,0±232,9	654,8±193,9	16,0±3,3	11,2±2,1	10,3±1,5	7,8±1,2
>23	1132,4±203,3	638,4±164,7	14,0±3,1	8,5±2,4	9,1±1,5	5,9±,5

vanus	PWC_{170} ($W/min/m^2$)			
	poisid		tüdrukud	
	x	M – m	x	M – m
10–11	88	(105–70)	75	(88–63)
12–13	93	(110–77)	80	(95–67)
14–15	105	(124–88)	83	(97–70)
16–17	115	(135–95)	85	(98–70)
18–19	118	(137–100)	85	(103–70)

Tabel 24. PWC_{170} väärtused 1 m^2 kehapindala kohta sõltuvalt vanusest ($W/min/m^2$) (Klimt, 1992).

hinnang	PWC_{170} (W/kg)	
	poisid	tüdrukud
madal	<2,0	<1,5
keskmine	2,0–2,5	1,5–2,0
üle keskmise	2,5–3,0	2,0–2,5
suur	3,0 ja >	2,5 ja >

Tabel 25. Kehamassile standardiseeritud üldise töövõime PWC_{170} (W/kg) kliiniline hinnang noorukitel (13–18-a.).

näitaja	kehalise töövõime (PWC) suurus (W/kg)	
	mehed	naised
PWC_{170}	2,8	2,3
PWC_{150}	2,1	1,8
PWC_{130}	1,5	1,25

Tabel 26. Kehalise töövõime (PWC_{170} , PWC_{150} , PWC_{130}) normväärtused noorukitel (18–25-aastased) täiskasvanutel (Rost jt., 1982).

Maksimaalse hapnikutarbimise ($\dot{V}O_2$ max) arvutamine

Aeroobse töövõime integraalseks näitajaks peetakse maksimaalse hapnikutarbimise taset. Hapnikutarbimine (ml/min/kg) määratakse kas otsesel meetodil gasomeetriselt (täpsem) või kaudselt pulsisageduse kaudu nomogrammi (Åstrand ja Rhyming, 1954) (joonis 22) alusel. Et pulsisageduse puhul >170 lööki/min ei suurene hapnikutarbimine enam lineaarselt pulsi kiirenemisega, vaid on suurem, on vaja noorukite tegelike väärtuste saamiseks nomogrammilt leitud väärtused korrutada ekstrapolatsiooni ja vanuse korrektuurikoefitsiendiga, mis on toodud tabelis 27 (Åstrandi nomogramm on koostatud täiskasvanute andmete alusel).

vanus (aasta)	K	Ak
9–0	1,15	1,2
13–4	1,17	1,22
17–8	1,11	1,09
20–25	1,1	1,07

Tabel 27. Korrektuurikoefitsiendid maksimaalse hapnikutarbimise arvutamiseks Åstrandi nomogrammi alusel (Lindemann jt., 1973).

K — ekstrapolatsiooni korrektuurifaktor,

Ak — vanuse korrektuurifaktor.

Noorukitel võib kasutada hapnikutarbimise suurenemise ligikaudseks hindamiseks koormuse ajal valemit (Rost jt., 1982):

$$\Delta \dot{V}O_2 \text{ (ml/min)} = 350 + 12 \times W,$$

kus 350 ml — keskmine hapnikutarbimine veloergomeetril kehaasendi säilitamiseks, 1 W veloergomeeterkoormuse juurdekasvu suurendab hapnikutarbimist 12 ml võrra.

Et laste põhiainevahetus on kiirem ja hapnikutarbimise tõus koormusel väiksem, soovitatav Kindermann hapnikutarbimise suurenemise määramiseks prepuberteedis ja puberteedi algperioodis kasutada korrigeeritud valemit:

$$\Delta \dot{V}O_2 = 500 + 10 \times W.$$

Kliinilises praktikas ja spordimeditsiinis kasutatakse hapnikutarbimise näitajatena järgmisi parameetreid.

1. Hapnikutarbimine ajaühikus (l/min või ml/min/kg).
2. Hapnikupulss, s.o. hapniku kasutamine ühe südamekontraktsiooni kohta ($\dot{V}O_2$ /pulsisagedus). Puhkeolekus on normväärtused 3–5 ml O_2 ühe löögi kohta. Noores täiskasvanueas on maksimaalse koormuse juures hapnikupulsi normväärtuseks 14,7–16,7 ml O_2 ühe löögi kohta. Hapnikupulss on seda suurem, mida suurem on südamemaht ja hapniku difusioon kudedesse. Varases ja keskmises puberteediperioodis seoses südamesageduse kiire tõusuga submaksimaalseni tuleb juba väikese

koormuse juures olla hapnikupulsi kliinilise tähenduse hindamisel ettevaatlik. Hapnikupulsi suurte väärtuste puhul on ilmtingimata vajalik südame ehhokardiograafiline uuring ja südame mõõtmete hindamine somatotüübile vastavate normväärtuste alusel.

3. Hapnikutarbimise suhe töö- ja taastumisperioodil submaksimaalsel veloergomeetristel. Koormuse ajal tekkiv hapnikuvõlg suurendab hapnikutarbimist taastumisperioodil. Normväärtuseks peetakse noortel suhet 3,5. Kiirenenud ainevahetus pärast koormust võib suhet vähendada. Koormuse ajal tekkivat hapnikuvõlga tuleks pidada ülemääraseks, kui indeksi väärtus on <3 .

Maksimaalse hapnikutarbimise ($\dot{V}O_2$ max ja maksimaalse hapnikupulsi normväärtused lastel ja noorukitel on toodud tabelis 28.

Tabel 28. Maksimaalse hapnikutarbimise ($\dot{V}O_2$ max) ja maksimaalse hapnikupulsi (O_2 -Pmax) normväärtused lastel ja noorukitel sõltuvalt kehapindalast (Lorenz jt., 1975).

kehapindala m ²	$\dot{V}O_2$ max (ml/min)		O_2 -Pmax (ml O_2)	
	poisid	tüdrukud	poisid	tüdrukud
0,90–0,94	837,7±75,46	848,0±111,45	4,5±0,48	4,4±0,41
0,95–0,99	1070,4±164,3	975,0±95,41	5,4±0,71	5,0±0,55
1,0–1,09	1116,2±185,31	976,6±114,0	5,8±0,77	5,0±0,38
1,10–1,19	1261,5±173,18	1104,7±144,54	6,8±1,26	5,6±0,67
1,20–1,29	1442,7±195,53	1104,7±144,54	7,2±1,05	6,2±0,91
1,30–1,39	1759,5±260,14	1443,8±184,91	8,7±1,30	7,2±0,97
1,40–1,49	1966,3±342,81	1756,3±351,42	9,8±1,63	8,8±1,66
1,50–1,59	2333,3±253,05	1995,1±287,06	11,9±1,17	10,2±1,39
1,60–1,69	2508,0±252,83	1986±69,03	12,5±1,43	9,9±1,36
≥1,70–1,79	2622,8±265,11	2285,8±221,91	13,1±1,64	10,8±1,14

Maksimaalse koormustaluvuse arvutamine PWC_{170} alusel. Kardiorespiratoorse süsteemi potentsiaalseid võimeid väljendavat maksimaalset koormustaluvust (W_{max}) võib arvutada PWC_{170} alusel, kasutades korrektuurikoeffitsienti (tabel 29). Lapsed katkestavad koormuse sageli enne hapnikutarbimise maksimaalväärtusteni jõudmist ekstrakardiaalsetel põhjustel. Antud juhul ei väljenda maksimaalne koormustaluvus lapse tegelikke võimeid, sest koormust limiteerivad ekstrakardiaalsed põhjused.

Maksimaalse koormustaluvuse arvutamine kolmeetapilise submaksimaalse koormuse alusel. Uuritav peab sooritama kolmeetapilise koormuse ($W I$, $W II$, $W III$).

$$W_{max} = W I + \frac{(Hf_{max} - Hf_3) \times (W III - W I + W II)}{Hf1 + Hf2 - Hf3} \cdot 2$$

vanus (aasta)	vastupidavusele treenimata	vastupidavusele treenitud
4–5	1,40	
6–7	1,39	
8–9	1,34	
10–11	1,35	
12–13	1,35	
14–15	1,30	1,24
16–17	1,25	1,23
18–19	1,23	1,19

Tabel 29. Korrektuurikoefitsient PWC_{170} ümberarvutamiseks PWC_{max} 'ks.

Relatiivne maksimaalne koormustaluvus 1 kg kehamassi kohta on noorukieas stabiilne ja sarnane täiskasvanu omaga. Normiks peetakse meestel $3,5 \pm 0,3$ W/kg, naistel $3,0 \pm 0,5$ W/kg e. $\dot{V}O_2$ max 44 ± 5 ml/min/kg.

Individuaalse koormustaluvuse hindamine

Individuaalset koormustaluvust hinnatakse metaboolsetes ühikutes e. MET-ides (ACSM, 1980). Meetod baseerub sellel, et hapnikuvajadus kehamassi 1 kg kohta puhkeolekus on stabiilne ja kindel koormuse raskus suurendab hapnikuvajadust (ΔO_2) minutis kindla hulga võrra. Veloergomeeterkoormuse puhul on see keskmiselt 2 ml kgm/min töö kohta e. 12 ml 1 W kohta, stepptestil 1,8 ml/kgm/min e. 10,8 ml 1 W kohta.

MET arvutamine veloergomeeterkoormuse puhul

Puhkeolekus vajatakse hapnikku keskmiselt 3,5 ml/min/kg. Kehaasendi säilitamiseks veloergomeetril kulub täiskasvanul keskmiselt 300, noorukil 350, lastel 500 ml/min. Teades koormuse raskust, saame arvutada hapnikuhulga suurenemise ($\Delta \dot{V}O_2$):

$$\Delta \dot{V}O_2 \text{ (ml/min)} = 300 + 12 \times W.$$

Arvutatakse, mitu korda on inimene võimeline suurendama oma hapnikutarbimist, võrreldes puhkeolekuga.

Näide.

Nooruki kaal on 60 kg ja ta sooritas veloergomeeterkoormuse võimsusega 150 W. $\dot{V}O_2$ kulu kehaasendi säilitamiseks on 350 ml/min.

$\Delta \dot{V}O_2 = 150 \text{ (W)} \times 12 \text{ (ml/W)} + 350 \text{ (ml/min)} = 2150 \text{ ml/min}$, seega koormuse ajal hapniku kasutamine suurenes:

$$2150 : (60 \times 3,5) = 10,2 \text{ korda / (MET)}.$$

MET-i arvutamine koormuse puhul liikurajal

Liikuraja kaldenurga 0 kraadi puhul hapnikutarbimise suurenemist koormuse ajal arvutatakse:

$$\Delta \dot{V}O_2 \text{ (ml/min/kg)} = 4,25 + 2,98 \times \text{kiirus (km/h)} \text{ või } 4,25 + 10,7 \times \text{kiirus (m/s)}$$

Edasi arvutatakse nagu veloergomeeterkoormuse puhul.

MET-i arvutamine stepptestikoormuse puhul

Stepptesti ajal suureneb hapnikutarbimine 10,8 ml/min koormuse 1 W kohta. Kehaasendi säilitamiseks testi ajal kulub energiat 3 MET-i. Seega hapnikutarbimine suureneb:

$$\Delta \dot{V}O_2 \text{ (ml/min/kg)} = \text{koormus (W)} \times 10,8 \text{ (ml/min)} + 3 \text{ MET.}$$

Edasi arvutatakse nagu eelnevatel juhtudel.

Koormuse ajal tarbitud hapniku kulu määramine arvutusliku meetodiga ei ole täpne, sest on lähtutud seisukohast, et puhkeolekus hapnikutarbimine on kõigile konstantne suurus. Tegelikult indiidide ainevahetuse kiirus puhkeolekus erineb. Ka erineb indiidide metaboolne efektiivsus ja töö sooritamise ökonoomsus, seetõttu tuleb absoluutarvudesse suhtuda reservatsiooniga.

Normaalselt peaks inimene suutma tõsta energiavajadust 8–10 korda.

hinnang	O ₂ ml/kg/min	MET
nõrk	3,5–13,9	1–3,9
madal	14,0–24,9	4,0–6,9
keskmine	25,0–38,9	7,0–10,9
hea	39,0–48,9	11,0–13,9
väga hea	49,0–56,0	14,0–16,0

Tabel 30. Südame-hingamissüsteemi võimsuse kliiniline hinnang

Aeroobse töövõime dünaamika hindamine

Lapse ja nooruki aeroobse töövõime dünaamilisel hindamisel on sageli raske eristada, milline osa positiivses dünaamikas on seotud loomuliku kasvamisega ja arenguga ning milline on treeningu tulemuseks. Negatiivse dünaamika puhul on vaja eristada, kas võimete taandareng on treenimatuse või ebasobiva treeningu tulemus või hoopis haigusprotsessi väljenduseks.

Aeroobse töövõime dünaamilisel hindamisel tuleb arvestada järgmist.

1. Poistel on relatiivne aeroobne töövõime, arvestatuna O₂-tarbimisena 1 kg kehmassi kohta, eest sõltumata stabiilne.
2. Tüdrukutel on relatiivne aeroobne töövõime 1 kg kehmassi kohta stabiilne 12–13 aastani, edasi hakkab langema sõltuvalt lisanduva rasva hulgast organismis. Puberteedieas tüdrukute aeroobse töövõime dünaamika hindamisel tuleb arvutada

$\dot{V}O_2$ absoluutväärtus või $\dot{V}O_2$ max relatiivne väärtus 1 kg rasvavaba massi või lihasmassi, mitte kehakaalu kohta.

3. $\dot{V}O_2$ max väärtuste kaudsel määramisel mõjutab tulemusi liigutuste tehnika ja selle dünaamiline muutumine, liigutuste ökonoomsuse paranemine kasvu- ja arengu- protsessis.

Täiskasvanueas väheneb $\dot{V}O_2$ max pidevalt koos eluaastatega. Elus hästi toime- tulekuks peaks noore inimese $\dot{V}O_2$ max olema 45–55 ml/kg/min.

Anaeroobse töövõime hindamine

Üksikute lihasgruppide (jalad, käed) energeetiliste võimete ja lihaskontraktsiooni kiiruse hindamiseks kasutatakse jalgade ja käte veloergomeeterkoormuse maksi- maalse intensiivsusega.

Anaeroobset testi rakendatakse spetsiaalse treeningu tulemuste hindamiseks ning täiendava diagnostilise testina juhul, kui tõusva koormustesti sooritamise ajal tekib jäsemelihaste nõrkuse kahtlus. Hapnikutranspordil ei ole siin tähtsust.

Tuntuim on **Wingate'i veloergomeetritest**.

Uuritav teeb maksimaalse pöörete arvu ja takistusega (vastavalt kehakaalule, vt. tabel 31) tööd 5 sekundi vältel, siis on 5 sekundit puhkust ja uus töötükk. Kogu koormus kestab 30 sekundit. Töö ajal loendatakse veloergomeetri pedaalide pöörete arv.

Arvutatavad parameetrid.

1. Väsimuse protsent (V%). Leitakse töö hulk (W (kgm/min)) kõige suurema (A) ja kõige väiksema (B) koormusega perioodil ning tööhulga vahe kaudu arvutatakse väsimuse protsent:

$$V\% = \frac{W A - W B}{W A} \times 100\%.$$

Töö hulk (W (kgm/min)) arvutatakse:

$$W = R \times 6,$$

kus R — veloergomeetri takistus (W).

2. Kogu töö (ΣW) 30 sekundi vältel (kgm/min):

$$\Sigma W = R \times 6 \times \text{kogu pöörete arv.}$$

3. Keskmise koormus (W_k):

$$W_k = R \times 1,96 \times \text{kogu pöörete arv.}$$

4. Ühel koormusastmel sooritatud töö (W_a):

$$W_a = \times 11,76 \times \text{pöörete arv} / 5 \text{ s.}$$

kehakaal	veloergomeetertakistus kg kehamassi kohta W	
	jalad	käed
20–24,9	1,75	1,25
25–29,9	2,13	1,50
30–34,9	2,50	1,05
35–39,9	2,83	2,00
40–44,9	3,25	2,25
45–49,9	3,63	2,50
50–54,9	4,00	2,75
55–59,9	4,50	3,0
60–64,9	5,0	3,35
65–69,9	5,50	3,7

Tabel 31. Optimaalne veloergomeetertakistus Wingate'i testi ajal Monarki veloergomeetril sõltuvalt kehakaalust (Bar-Or, 1993).

Margaria test. Uuritav jookseb maksimaalse kiirusega trepist üles. Fikseeritakse aeg, millega ta läbib 4–8 trepiastet. Maksimaalne võimsus arvutatakse vastavalt kehakaalule ja arendatud vertikaalkiirusele (astme kõrgus \times astmete arv / aeg s.). See test nõuab head koordineerimist ja pole seepärast eriti kasutatav vähetreenitud noorukitel, küll aga kasutatakse treenituse ja mõningate liikumisfunktsiooni omaduste hindamiseks treenitud noorukitel. Testi nõuetekohaseks teostamiseks on vajalik elektrooniline ajavõtuseade ja fotoelementandurid ajavõtu täpsuse garanteerimiseks.

Südame löögisageduse hindamise kriteeriumid noorukieas

Pulsisageduse dünaamika hindamisel koormusel ja koormusjärgsel perioodil tuleb noorukitel silmas pidada järgmist.

1. Pulsisageduse dünaamika adekvaatsuse hindamisel tuleb lähtuda vanuselisest kriteeriumist. Oluline on bioloogiline, mitte kronoloogiline vanus.

2. Puberteedieas on stardieelsed reaktsioonid tunduvalt rohkem väljendunud kui prepuberteetikutel või täiskasvanutel.

3. Puberteedieas ei kiirene pulss väikeste ja keskmiste koormuste puhul paralleelselt koormuse intensiivsusega, vaid tõuseb juba koormuse puhul, mis on vaid 20–30% maksimaalsest, 140–160 löögi/minutis.

4. Südame löögisagedus mõõdukal koormusel 180–200 lööki/min on ebaökoonomne kohanemisreaktsioon.

5. Südame löögisagedus võrdse koormusega töö puhul on seda madalam, mida suurem on võimalus suurendada minutimahtu löögimahu suurendamise arvel ja mida ökonoomsem on lihasesisene hapniku kasutamine.

6. Väljendunud bradükardia (löögisagedus 55 ja vähem lööki minutis) ja löögisageduse mitte-eakohane, vähene kiirenemine koormusel noorukieas ei ole hea treenituse tunnus, vaid viitab suurele löögi- ja minutimahule. Selline süda vajab morfoloogilist kontrolli ehk hokardiograafiaga. Viimased uuringud on näidanud, et nn. atleedi-süda kujuneb noorukieas eale mittevastava jõuvastupidavustreeningu tulemusel.

7. Taastumisperioodi kiirus sõltub koormuse raskusest. Hea ja väga hea koormustaluvuse puhul kestab taastumisperiood pärast submaksimaalset koormust 5–10 minutit. Madala kehalise võimekusega noorukitel on sooritatud koormus tavaliselt väike ja pulss taastub kiiresti, sageli 3–5 minutiga. Seetõttu ei saa kolme tööjärgsel minutil registreeritud taastumispulsi summat noorukite taastumisprotsesside hindamisel ilma koormuse raskust arvestamata kasutada.

Rost (1982) peab taastumisperioodiks aega, mille vältel pulsisagedus pärast **maksimaalset koormust** aeglustub alla 100 löögi/min. Hinnang antakse viienda taastumisminuti pulsisageduse järgi. See näitaja peegeldab noorukitel taastumisprotsesside kiirust õigemini kui kolme esimese taastumisminuti pulsisageduse summa. Pulsi taastumiskiiruse hindamise skaala on toodud tabelis 32.

8. Noorukitel võib ainevahetuse intensiivistumise tõttu kiire taastumisperioodi lõpul (kuni 10 min) pulsisagedus olla kuni 20 lööki kiirem kui enne koormust. Poeglastel noorukiea vanemas perioodis peegeldab see siiski aeglast taastumist koormuse mõjudest.

9. Vegetatiivse närvisüsteemi tasakaalustamatuse tõttu võib taastumisperioodi esimestel minutitel tekkida pulsisageduse järsk lühiajaline aeglustumine, mis võib olla üheks vererõhu languse põhjuseks varases taastumisperioodis.

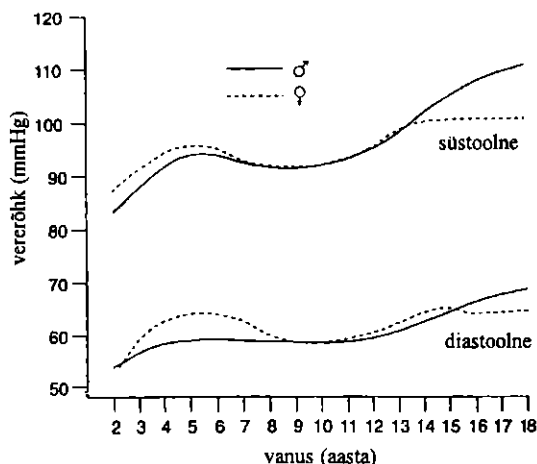
10. Rütmihäirete ilmnemisel koormustesti ajal on vajalik kardioloogi konsultatsioon.

pulsisagedus 5. taastumisminutil	hinnang
>130	halb
120–130	puudulik
115–120	rahuldav
105–115	hea
100–105	väga hea
<100	kõrge treenitus

Tabel 32. Pulsi taastumiskiiruse hindamise skaala (Rost jt., 1982).

Vererõhu dünaamika hindamine koormustesti ajal noorukieas

Hüpertensioon e. vererõhu kõrgenemine, üks olulisemaid südame-vereringehaiguste riskitegureid, saab sageli alguse noorukieas. Sel perioodil võib ebastabiilselt kõrgenenud vererõhk õige elustiili ja vajadusel ka ravimõjustustega normaliseeruda. Puhkeoleku vererõhuväärtuste hindamisel tuleb lähtuda ealistest normatiividest (joonis 23 ja tabel 33).



Joonis 23. Puhkeseisundi süstoolse ja diastoolse vererõhu longitudaalsed muutused lastel ja noorukitel (Malina, Bouchard, 1991).

vanus (aasta)	vererõhu väärtused (mmHg)	
	keskmised normväärtused	kõrgenenud väärtused
7–8	105/65	>120/80
9–10	110/65	>125/80
11–12	115/65	>130/85
13–14	120/70	>135/85
>14	120/70	>140/90

Tabel 33. Laste ja noorukite arteriaalse vererõhu ealised normväärtused puhkeolekus (NHLBI, 1977).

Vererõhu dünaamika hindamisel koormusel tuleb silmas pidada järgmist.

1. Vererõhu absoluutväärtused sõltuvad suurel määral mõõtmise tehnikast. Vererõhuaparaadi manseti laius peab olema vastavuses õlavarre ümbermõõduga (tabel 34), vastasel juhul tekib tehniline viga. Manomeetrite mõõtmisviga on tavaliselt ± 2 –3 mmHg, seepärast tuleb suhtuda vererõhu kõikumistesse 5 mmHg piires kriitiliselt.

Kui vererõhu mõõtmiseks kasutatakse 13 cm laiust mansetti, tuleks tõepärase väärtuste saamiseks teha ümberarvutused vastavalt õlavarre ümbermõõdule (tabel 35).

õlavarre ümbermõõt (cm)	manseti laius (cm)	
	optimaalne	lubatud
5,0–7,5	2,5	5,0
7,5–10,0	4,0	5,0
10,0–12,5	5,5	5,0
12,5–15,0	7,0	8,0
15,0–20,0	9,0	8,0
20,0–23,0	11,0	12,0
23,0–26,0	12,0	12,0
27,0–30,0	13,0	12,0

Tabel 34. Vererõhuaparaadi manseti optimaalne ja lubatud laius sõltuvalt õlavarre ümbermõõdust (Kirsch-sieper, Rutenfranz, 1966).

õlavarre ümbermõõt (cm)	koefitsient (mmHg)	
15–18	+2,0	(+15)
19–22	+1,3	(+10)
23–26	+0,7	(+5)
27–30	0	(0)
31–34	–0,7	(–5)
35–38	–1,3	(–10)
39–41	–2,0	(–15)
42–45	–2,7	(–20)
46–49	–3,3	(–25)

Tabel 35. Korrektuurikoefitsient süstoolse vererõhu väärtuste ümberarvutamiseks sõltuvalt õlavarre ümbermõõdust 13 cm laiuse manseti kasutamisel (Kirschsieper, Rutenfranz, 1966).

2. Vererõhu tõus maksimaalsel koormusel ei sõltu vanusest, treenitusest ega asendist, milles koormus sooritatakse.

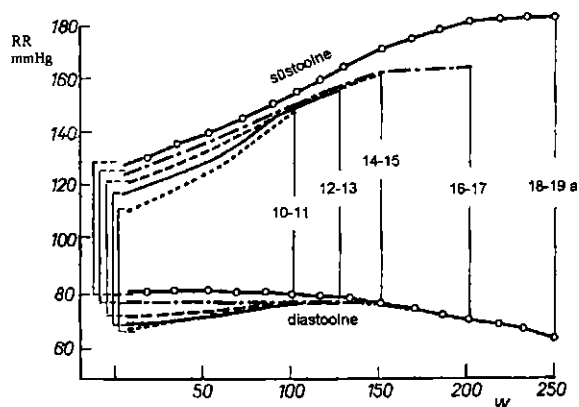
3. Maksimaalse koormuse ajal on samal indiviidil vererõhu reaktsioon alati ühesugune, sõltumata treenituses seisundist.

4. Staatiline koormus tõstab noorukitel arteriaalset vererõhku vähem kui täiskasvanutel.

5. Süstoolse arteriaalse vererõhu tõus dünaamilise koormuse ajal on lineaarne koormuse raskusega (joonis 24). Liiga suur, koormusele mittevastav süstoolse vererõhu tõus on alati patoloogiline, mille põhjused vajavad eraldi selgitamist.

6. Igale koormusastmele vastab antud isikule kindel arteriaalse vererõhu tase. Süstoolse või süstoolse ja diastoolse vererõhu astmelist kõrgenemist koormusastme lõpul tuleb hinnata kui täiendavate kompensatsioonimehhanismide sisselülitumise ilmingut vajaliku minutimahu säilitamiseks.

7. Keskmise koormuse (120–150 W) puhul on vererõhu tõus üle 200 mmHg ebaadekvaatselt suur, maksimaalse koormuse ajal ei tohi süstoolse vererõhu väärtused tõusta üle 230 mmHg.



Joonis 24. Arteriaalse vererõhu dünaamika poistel sõltuvalt vanusest ja koormuse intensiivsusest (König jt., 1961).

8. Diastoolne arteriaalne vererõhk dünaamilisel koormusel normaalselt ei kõrgene. Diastoolse vererõhu tõus on seotud kas hüpertoonilise reaktsiooniga (kui tõuseb ka süstoolne vererõhk) või südame isomeetrilise hüperfunktsiooniga (kui süstoolne vererõhk ei kõrgene).

9. Koormuse ajal või pärast koormust tekkiv lõputu tooni fenomen viitab üldise perifeerse takistuse tugevale vähenemisele koormuse ajal. Ta tekib pärast suuri koormusi ja seda ei saa pidada noorukitel patoloogiliseks düstoofiliseks reaktsiooniks.

10. Kui koormuse raskuse suurendamisel vererõhk enam ei kõrgene, on funktsionaalsed reservid ammendunud ja koormustest tuleb katkestada.

11. Noorukitel tuleb jälgida vererõhu dünaamikat taastumisperioodi igal minutil 10–15 minuti vältel. Normaalselt taastub vererõhk ka suurte koormuste puhul 3–4 minutiks pärast koormuse lõpetamist.

12. Düstoofilised reaktsioonid (süstoolse ja diastoolse vererõhu langus alla lähteväärtuste) ilmnevad 6–10–15 taastumisminuti jooksul ja seda just kehaliselt võimekatel noorukitel pärast suurt koormust.

13. Arteriaalse vererõhu regulatsioonihäired hüpertensiooni algstaadiumis ilmnevad väikesel ja mõõdukal koormusel. Hüpertensiooni varajaseks avastamiseks soovitatakse koormust 1 W/kg 5–10 minuti vältel. Kui on ebaadekvaatselt suur süstoolse vererõhu tõus, vajab nooruk edasist uurimist hüpertensiooni põhjuste suhtes.

Hüpertensiooni raskust hinnatakse diastoolse vererõhu väärtuste järgi puhkeolekus (tabel 36).

Tabel 36. Hüpertensiooni raskusaste sõltuvalt diastoolse vererõhu väärtustest.

raskusaste	täiskasvanu	10–12-a	13–15-a	16–18-a
kerge	90–104			
keskmine	105–114	82–89	86–91	92–97
raske	>115	>90	>92	>98

Hemodünaamika iseärasused β -blokaatorite kasutamisel

β -blokaatorid kuuluvad südant remoduleerivate ravimite rühma. Noorukite ravimisel kasutatakse β -blokaatoreid laialdaselt. Nad on valikravimiks noorukiea e. juveniilse hüpertensiooni puhul ning mitmesuguste regulatsioonihäirete ravimisel. Samal ajal kuuluvad nad dopingainete nimistusse. Kehalise koormuse rakendamisel on vaja arvestada nende mõjuga.

β -blokaatorite toimel blokeeruvad perifeersed (eriti südame) adrenergilised retseptorid, mistõttu väheneb südame kronotroopne reserv. Presünaptilise noradrenaliini vabanemise pidurdumine kutsub esile üldise perifeerse vastupanu vähenemise, tsentraalse vasomotoorse aktiivsuse languse ja reniini vabanemise pärssimise. Selle tagajärjeks on arteriaalse vererõhu langus. Müokardi enda hapnikuvajadus β -blokaatorite mõjul väheneb. Hapnikutarbimise vähenemine samal koormusel ja laktaadisisalduse langus veres ökonomiseerivad südametegevust. β -blokaatorite mõjul südamesagedus väheneb, samuti väheneb maksimaalne pulsisagedus. Seega põhjustavad β -blokaatorid alati südame löögisageduse defitsiiti, mis puhkeolekus on tunduvalt vähem väljendunud kui koormuse ajal. Terve südame puhul β -blokaatorid ei põhjusta südame minutimahu vähenemist. Vähenenud kronotroopne reserv kompenseeritakse löögimahu suurenemisega, mis südame väikese mahu ja õigesti doseeritud koormuse puhul võib mõjutada südant soodsas suunas remoduleerivalt. Submaksimaalne koormustaluvus suureneb, maksimaalne üldine kehaline töövõime väheneb minimaalselt või ei muutu. Ebasoovitava kõrvaltoimena võivad β -blokaatorid bronhospasmivalmiduse puhul vallandada bronhospasmi, mis on β -blokaatorite kasutamisel töövõime languse tegelikuks põhjuseks. β -blokaatorite mõju kestus hemodünaamikale on mitmesugune ega ole lineaarselt paralleelne poolestusajaga. Keskmiselt kestab mõju 2–3 päeva pärast ravimi manustamise lõpetamist.

β -blokaatorite kasutamine ja sport on senini lõplikult lahendamata probleem. Kronotroopse reservi blokeerumise tõttu ei ole pulsidünaamika alusel enam võimalik hinnata koormuse intensiivsust, mistõttu tekib alati ületreeningu oht. Üldiselt arvatakse, et treening kuni submaksimaalse koormuseni on lubatud, kuid koormustaluvus tuleb määrata enne β -blokaatorite kasutamist ja ravi foonil leida samale koormusele vastav pulsisagedus.

Maksimaalse koormusega treening ei ole lubatud, kui sportlane kasutab β -blokaatoreid. Probleemne on β -blokaatorite kasutamine raviks noorukitel-tippportlastel, kel on juveniilne hüpertensioon või südame rütmihäired. β -blokaator on noorukitel hüpertoonia varases staadiumis valikravimiks. Samal ajal võib β -blokaatorite kasutamine põhjustada südame mahu olulise suurenemise südame löögisageduse vähenemise tõttu ja nn. sportlasesüdame väljakujunemise, mis ületab füsioloogilise normi piirid.

**Vereringe regulatsiooni
teiste mehhanismide ja
hingamisfunktsiooni
hindamine**

Vereringe regulatsioon asendi muutumisel ja selle kvaliteedi hindamine

Ortostaatilised häired ja nende põhjused

Gravitatsioonijõu mõjul suunatakse veri püstiasendis jalgade suunas. Sõltuvalt mahuveresoonte toonusest, reguleerivate mehhanismide seisundist ja reaktsiooni kiirusest väheneb venoosne naas südamesse kas rohkem või vähem. Püstiasendisse tõusmisel või pikemaajalisel seismisel tekkivaid vereringe regulatsiooni häireid nimetatakse ortostaatilisteks häireteks. Ortostaatilisi häireid on noorukitel sageli (Menner, 1979).

Vasoregulatsioonihäirete põhjused:

- 1) alakeha mahuveresoonte suur mahtuvus;
- 2) konstriktorsete mehhanismide puudulikkus;
- 3) postganglionaarsete mediaatorisüsteemi häired;
- 4) tsentraalse vasoregulatsiooni pressoorsete tsoonide kahjustus.

On võimalikud ka kombineeritud häired.

Noorukitel kutsuvad vasoregulatsiooni häireid esile järgmised põhjused:

- 1) vähene kehaline aktiivsus ja sellest tulenev vasoregulatsioonimehhanismide vähene treenitus;
- 2) kroonilised infektsioonikolded (ninakõrvalkoobaste krooniline põletik, krooniline mandlite põletik, hambajuurealune mädanik, igemepõletik jt.);
- 3) toitumishäired (valguvaegus, B-grupi vitamiinide vaegus);
- 4) krooniline intoksikatsioon (suitsetamine, alkoholi tarbimine, narkootikumid);
- 5) liigne kohvi joomine;
- 6) ebaregulaarne elurežiim, eriti ebapiisav uni;
- 7) pidev psüühiline stress;
- 8) pärilik eelsoodumus.

Vegetatiivsete regulatsioonihäirete kliinilised avaldusnähud:

- südameklappimine puhkeolekus või emotsionaalse stressi puhul;
- jõuetus;
- iiveldus, eriti tühja kõhuga ja hommikuti;
- püstitõusmisel "läheb silme ees mustaks";
- akrotsüanoos e. külmad, niisked, marmorjad käed;
- kiire väsimine;
- kontsentratsioonivõime langus;

- ilma orgaanilise põhjusega sageli retsidiveeruv e. taastekkiv pea- ja kõhuvalu;
- migreen;
- kalduvus minestamisele;
- kalduvus soolestiku ebastabiilsele talitlusele;
- ülemäärane higistamine, eriti psüühilistel põhjustel;
- vasolabiilsus, s.o. punastamine või kahvatumine vähemagi emotsionaalse stressi puhul; elav dermografism;
- pidev subfebriilne temperatuur (kehatemperatuur stabiilselt 37,1–37,3° piires).

Ortostaatilised häired võivad olla kahesugused:

- 1) staatiliselt labiilsed — tekivad kehaasendi muutmisel või pikemaajalisel seisemisel;
- 2) dünaamiliselt labiilsed — tekivad koormusejärgselt taastumisperioodis.

Staatilised ortostaatilised häired ilmnevad kas kohe, püstitõusmisel või hiljem, 10–15 minutit pärast püstitõusmist.

Ortostaasi regulatsiooni hindamine

Staatiliselt labiilsete ortostaatiliste häirete avastamiseks kasutatakse järgmisi teste:

Schellongi test e. aktiivne ortostaatiline test

Pärast 5 minutit lamamist loetakse kolm korda lamades pulsisagedus 15 sekundis ja mõõdetakse vererõhk. Uuritav tõuseb püsti, seisab 15 minutit, käed kõrval, jalad veidi harkis.

Püstitõusmise järel mõõdetakse 15 minuti jooksul iga minuti alguses pulsisagedus 15 sekundi vältel ja järgnevalt vererõhk 30 sekundi vältel. Lisaks jälgitakse uuritava seismise stabiilsust (kas seisab rahulikult, kindlalt või nihutab end, tammub jalalt jalale) ja küsitletakse subjektiivse enesetunde kohta (kas esineb tasakaalutustunnet, kas tõusmisel läheb silme eest mustaks, kas tekib nõrkustunne).

Testi tulemuste hindamine

1. Normaalne reaktsioon. Normaalselt säilib vereringe stabiilsus ka ortostaasis, seetõttu hemodünaamika parameetrid oluliselt ei muutu. Ortostaasi esimestel minutitel võib süstoolne vererõhk langeda kuni 10 mmHg, diastoolne vererõhk ei muutu või tõuseb kuni 5 mmHg. Pulsisagedus kiireneb esimestel minutitel 10–15 löögi võrra; pulss stabiliseerub 3–4 minutiks klinostaasis registreeritud sagedusest veidi kõrgemal nivool (kuni 10 lööki).

2. Ortostaatiline hüpotoonia.

- Sümpatikotooniline reaktsioon (*postural hypotension*). Põhjuseks on veenide toonuse langus. Nende noorukite südame autonoomse närvisüsteemi funktsioon on normaalne. Püstitõusmisel kiireneb pulsisagedus sümpatikotoonilise

reaktsiooni puhul 20 ja enam lööki minutis. Süstoolne vererõhk langeb 20 mmHg ja enam. Diastoolne vererõhk ei muutu.

- Asümpatikotooniline reaktsioon (*ortostatic arterial anemia*). Põhjuseks on südame autonoomse närvisüsteemi tegevuse häire. Veenide toonus on normaalne. Püstitõusmisel kiireneb pulsisagedus üle 20 löögi minutis. Süstoolne vererõhk langeb 20 mmHg ja rohkem. Diastoolne vererõhk tõuseb üle 10 mmHg. Pulsirõhk väheneb oluliselt.
- Vasovagaalne reaktsioon või vasovagaalne kollaps. On häiritud nii südame autonoomne regulatsioon kui ka veenide toonus. Püstitõusmisel aeglustub pulsisagedus oluliselt. Süstoolne vererõhk langeb 20 mmHg ja rohkem. Diastoolne vererõhk langeb samuti. Rasketel juhtudel võib tekkida vasovagaalne kollaps.

Kipptest e. passiivne ortostaatiline test

Kipptesti eeliseks on, et sellega on võimalik avastada ka varjatud ortostaatilist labiilsust, sest jalalihaste funktsioon venoosse naasu tagamiseks elimineeritakse (Klimt, Rhodes, 1984). Kipptesti teostamiseks on vajalik laud, mille kaldenurka saab muuta. Kasutatakse kahte meetodikat.

- Laps kinnitatakse laua külge ja koos laua asendi muutmisega muudetakse iga 5 minuti tagant kehaasendit. Testi tulemusi hinnatakse vererõhu väärtuste järgi. Ortostaatiliselt stabiilsetel lastel on süstoolne vererõhk tõusnud 15 minutiga 20 ja rohkem mmHg, ortostaatiliselt labiilsetel 15–20 mmHg, puuduliku reaktsiooniga alla 10 mmHg.
- Klimt ja Rutenfranz (1976) soovivad ortostaatilise labiilsuse manifesteerimiseks järgmist passiivse ortostaatilise testi meetodikat.

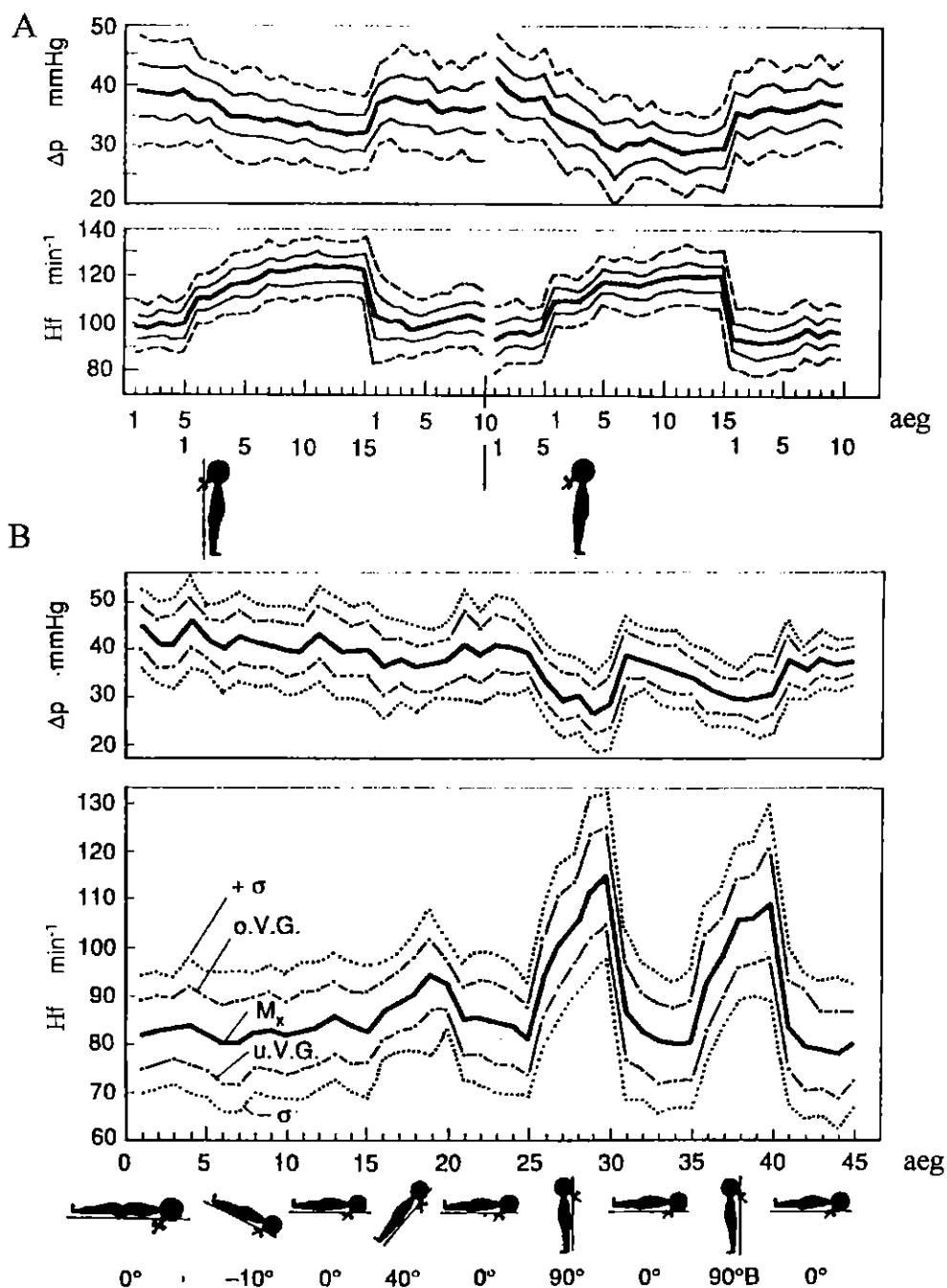
Pärast 10-minutist lamamist horisontaalasendis ja vererõhu väärtuste ning pulsisageduse määramist tõstetakse uuritav 1–2 sekundi jooksul vertikaalasendisse. Vererõhk ja pulsisagedus määratakse 15 minuti vältel igal minutil. Leitakse kolme kõige madalama süstoolse vererõhu väärtuse keskmine, kolme madalaima pulsirõhu keskvärtus, kolme kõrgeima diastoolse vererõhu keskvärtus ja kolme suurima pulsisageduse keskvärtus. Tulemusi võrreldakse lamavas asendis mõõdetud väärtustega.

Normväärtused:

- pulsisageduse kiirenemine kuni 50%,
- süstoolse vererõhu alanemine kuni 10%,
- diastoolse vererõhu kõrgenemine kuni 30%,
- pulsirõhu vähenemine kuni 45%.

Kui esinevad kahe parameetri patoloogilised nihked, on tegemist ortostaatilise labiilsusega, kui tekib prekollaptiline seisund, siis ortostaatilise puudulikkusega.

Pärast passiivset ortostaatilist testi võib Schellongi testi sooritada 30 minuti pärast. Joonisel 25 on kujutatud kombineeritud ja passiivse ortostaatilise testi tulemused tütarlastel.



Joonis 25. A — kombineeritud passiivne ja aktiivne ortostaasitest 9-aastasel tütarlapsel (Scholz jt. 1970), B — passiivne ortostaasitest 11-aastasel tütarlapsel (Scholz, Klimt, 1971). Hf — südame sagedus; Δp mmHg — pulsirõhk.

Meie kogemustel on Schellongi test täiesti piisav ortostaatilise labiilsuse diagnoosimiseks noorukitel. EKG registreerimine ortostaatilise testi ajal, mida mõned autorid soovivad, on noorukitel väikese diagnostilise tähendusega.

Dünaamiliselt labiilsete ortostaatiliste häirete avastamiseks kasutatakse koormusteste (vt. koormustestid). Ortostaatilised häired avalduvad taastumisperioodil.

Vegetatiivse närvisüsteemi funktsionaalse tüübi määramine

Vegetatiivse närvisüsteemi funktsioon võib olla sümpatikotoonilist, parasümpatikotoonilist ja balansseeritud tüüpi. Noorukitel on sageli vegetatiivse närvisüsteemi düsbalanss ühe või teise ülekaaluga. Vegetatiivse närvisüsteemi funktsiooni tüüpi saab orienteerivalt hinnata järgmiste tunnuste alusel:

- **parasümpaatikuse** funktsioon on ülekaalus:
 - 1) tugev higistamine;
 - 2) bulbustele vajutamisel aeglustub pulsisagedus märgatavalt;
 - 3) elav punane dermografism;
- **sümpaatikuse** funktsioon on ülekaalus:
 - 1) valge dermografism;
 - 2) nahakarvade ereksioon ("kananahk") erutusel.

Hingamisfunktsiooni ökonoomsus ja selle hindamine

Hingamisfunktsiooni iseärasused noorukieas ja kehaline aktiivsus

Lapseeas on hingamisfunktsioon oluliselt ebaökonomsem kui täiskasvanul, põhjuseks väiksem hingamismaht ja kiirenenud hingamine. Noorukieas säilib sageli ebaökonomne hingamistüüp. Oskamatus kasutada hingamismahu suurendamiseks diafragmat, oskamatus sügavalt välja hingata viib keskeas märgatavale hüpoventilatsioonist tingitud hapnikudefitsiidile koormuse ajal, põhjustab parema südamepoole ülekoormust ja soodustab *cor pulmonale* arengut. Ebaökonomsest hingamismannöövrist tingitud hüpoventilatsioon muutub keskeas seda märgatavamaks, mida kiiremini väheneb rindkere elastsus ja mida kõrgemal asub diafragma (seoses rasva ladestumisega kõhupiirkonda). Kui sellele lisanduvad hingamisteede obstruktsiooni e. ahenemist soodustavad tegurid (suitsetamine jt.), väheneb ventilatsioon veelgi.

Suure hingamisreservi tõttu tervel lapsel ei ole hingamisfunktsioon kunagi kehalist töövõimet limiteerivaks faktoriks, kuid vähe arenenud hingamislihased ja nende väike funktsionaalne vastupidavus võib viia hüpoventilatsioonile, sellega hapnikudefitsiidile ja väsimuse tekkele (Boutellier, Piwko, 1992). Tuleb märkida, et vitaalkapatsiteet ei korreleeru sporditulemustega ka tipp sportlastel, küll aga on oluline seos kehalise töövõime ja maksimaalse minutiventilatsiooni vahel. Maksimaalse minutiventilatsiooni järgi saab hinnata, mitu korda on maksimaalselt võimalik vajadusel suurendada ventilatsiooni, võrreldes puhkeolekuga. Normaalselt on hingamisreserv 10–15. Kopsu-hingamisteede patoloogia puudumisel sõltub maksimaalse minutiventilatsiooni suurus oluliselt hingamislihaste tööst. Kui hingamisreserv on alla 8, mõjutab see aeroobset kehalist töövõimet. Kliiniliselt peetakse patoloogiliseks hingamisreservi langust 6-ni ja madalamale. Õigete hingamisharjumuste kujundamine noorukieas on üks olulisemaid profülaktilisi meetmeid hea tervise säilitamiseks edaspidises elus.

Hingamisfunktsiooni kontroll puhkeolekus

Hingamisfunktsiooni kontroll peab hõlmama kolme aspekti (Löllgen, 1990):

- 1) väliste hingamisteede morfofunktsionaalne seisund;
- 2) rindkere morfofunktsionaalsed omadused;
- 3) kopsuventilatsioon.

Väliste hingamisteede seisund ja funktsioon. On vaja selgitada, kas hingamisteed on vabad või esineb hingamisteede põletikuline või orgaaniline (adenoidide esinemine, allergiline nohu, ninavaheseina deformatsioonid jne.) ahenemine.

Rindkere morfofunktsionaalsete iseärasuste hindamine. Tuleb pöörata tähelepanu järgmistele markeritele.

1. Rindkere kuju, mis kujuneb välja 15.–18. eluaastaks ja muutub koos vanusega silindrilisuse suunas. Rindkere kuju hinnatakse rindkere sügavuse ja rindkere ristidiameetri suhtena.
Rindkere kuju võib olla:
 - kooniline — rindkere sügavus on 69–71% ristidiameetrist, roietevaheline nurk on terav;
 - silindriline — rindkere sügavus on 72–74% ristidiameetrist, roietevaheline nurk on täis- või nürinurk;
 - lame — rindkere sügavus on 60–68% ristidiameetrist.
2. Rindkere deformatsioonid.
3. Rindkere ümbermõõdu liikuvus. Rindkere ümbermõõdu erinevus sügaval sisse- ja väljahingamisel on noortel normaalselt 8–12 cm. Rindkere liikuvus 6 cm ja vähem on ebapiisav, põhjused vajavad selgitamist.

4. Väljahingamiskursiooni kvaliteet. Hinnatakse rindkere ja kõhuümbermõõdu dünaamikat sügava väljahingamise faasi lõpul ja hingamispeetuse keskmises faasis. Rindkere ekskursion peab olema $\geq 10\%$ ja kõhuekskursion naba kohalt mõõdetult $\geq 15\%$, võrreldes hingamispeetuse keskmise faasiga.
5. Hingamispeetuse- e. apnoevõime. Hingamispeetusevõime hindamiseks kasutatakse järgmisi proove.
 - Stange proov — pärast sügavat sissehingamist hoiab hinge kinni nii kaua, kui suudab. 7–11-a. peavad suutma taluda hingamispeetust 30–35, 12–15-a. — 40–45, 16–18-a. 45–50 sekundit.
 - Henchi proov — pärast kahte korda sügavat sisse-väljahingamist hoiab uuritav hinge kinni sügava väljahingamise faasi lõpul. Peab suutma hoida hinge kinni keskmiselt 20–30 sekundit ($\sim 40\text{--}50\%$ Stange proovist) vältel. Kui lubada lapsel kauem hüperventileerida, on sügaval väljahingamisel hingamispeetus võimalik pikemat aega.
6. Vitaalkapatsiteet e. kopsude eluline mahtuvus (VK), mille suurus sõltub:
 - kopsumahust, s.t. rindkere mõõtmetest;
 - kopsude elastsusest;
 - hingamislihaste jõust.

Vitaalkapatsiteedi väärtusi hinnatakse protsentides arvutuslikust normist, kusjuures normiks peetakse $\pm 10\text{--}15\%$ teoreetilisest normist. Teoreetiline norm on arvutuslik kopsude mahtuvus vastavalt kehamassile ja -pikkusele. Orienteerivalt võib vitaalkapatsiteedi arvutusliku normi leidmiseks kasutada järgmisi valemeid:

$$\text{VKn (poisid)} = 40 \times \text{pikkus (cm)} + 30 \times \text{kehakaal (kg)} - 4\,400,$$

$$\text{VKn (tüdrukud)} = 40 \times \text{pikkus (cm)} + 10 \times \text{kehakaal (kg)} - 3\,800:$$

$$\text{VKn 1 kg kehakaalu kohta on poistel } 65\text{--}70 \text{ ml/kg, tüdrukutel } 55\text{--}60 \text{ ml/kg.}$$

7. Sekundiekspiratsiooni kiirus ja maht, mille suurus sõltub:
 - bronhide läbitavusest,
 - hingamislihaste jõust.

Pneumotahhometri kasutamine võimaldab selgitada lapsed, kellel on õhu liikumise kiirus normist aeglasem, mistõttu nad vajavad lisauuringuid põhjuste väljaselgitamiseks. Normaalne sekundiekspiratsiooni maht on poistel ~ 60 ml/kg, tüdrukutel $\sim 50\text{--}58$ ml/kg, s.o. $\sim 85\%$ VK-st.

Hingamisfunktsiooni hindamine koormusel

Hingamisfunktsiooni orienteerivaks hindamiseks koormusel võib kasutada järgmist testi. Kopsude elulise mahtuvuse (VK) väärtused määratakse puhkeolekus. Seejärel jookseb uuritav 2 minutit kiirusega 180 sammu minutis. Mõõdetakse uuesti VK väärtus.

Hindamine. Kui vahetult pärast koormust VK suureneb ≥ 200 ml, on reaktsioon hea; VK ei muutu oluliselt — reaktsioon on rahuldav; VK väheneb ≥ 200 ml — reaktsioon on ebarahuldav.

Hingamisfunktsiooni puudulikkuse põhjuseks võib olla koormuse ajal tekkiv bronhide spasm, mis vajab eraldi uurimist ja ravi. Seetõttu tuleb kõik ebasoodsa VK dünaamikaga noorukid suunata täpsustavatele erialastele uuringutele.

Skeletisüsteemi uurimine

Rüht ja selle häired

Treeningukoormuse määramisel baseerutakse tavaliselt südame-vereringesüsteemi funktsionaalsetel näitajatel, unustades, et edukaks liikumiseks on vaja eeskätt head liikumisaparaati. Hästi arenenud, hea verevarustusega lihaskond soodustab hapniku paremat kasutamist perifeerias, kergendades sellega südame tööd kuni 40%. Noorukieas määrab koormuse piirväärtuse mitte niivõrd kardiovaskulaarsüsteem, kuivõrd liikumis-tugiaparaadi kvaliteet, selle vastupidavus koormusele. Noorukieas areneb lihaskond kiiremini kui tugi- ja liikumisaparaadi inertne osa (kõõlused, kõhred, luud, sidemed), mis on skeletisüsteemi disharmonia põhjuseks ja vigastuste tekke eelduseks inertses süsteemis. Üldjuhul arenevad side- ja tugiaparaadi häired aeglaselt, märkamatuks, kliinilised sümptomid avalduvad sageli alles täiskasvanueas.

Liikumisorganite funktsiooni hindamisel on vaja hinnata:

- 1) rühti;
- 2) painduvust;
- 3) liigeste liigutuste ulatust;
- 4) kas on varjatud anomaaliaid.

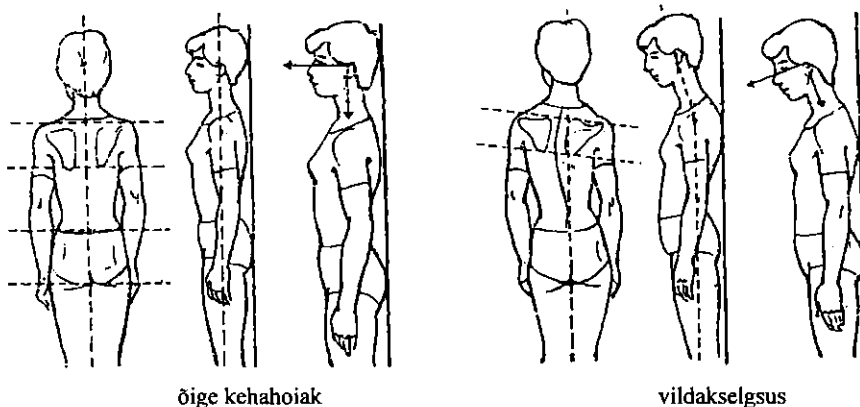
Kehahoiak

Rüht e. kehahoiak on maneer, millega säilitatakse keha vertikaalasend. Inimese kehahoiaku stabiilsus sõltub liigeste õigest ühendumisest, dünaamiliste ja inertsete süsteemide tasakaalustatusest. Zürichi uuringu (1990) järgi on normaalset kehahoiakut 41%-l poistest ja 27%-l tüdrukutest. Kergemaid hoiaku häireid on 23%-l poistest ja 33%-l tüdrukutest, spetsiaalset ravivõimlemist vajab 36% poistest ja 40% tüdrukutest. Erinevates raskusastmetes rühihäirete esinemissagedus eesti laste hulgas on suur, ulatudes 70%-ni ja rohkem.

Õige rühi puhul on pea ja rindkere pikitelg ühel vertikaalil ja täisnurga all tugi-pinnaga, õlgade joon asub horisontaalselt, lülisambakõverdused on olemas ja sügavusega mitte alla 2 cm ning mitte üle 4 cm. Jalad on puusa- ja põlveliigesest veidi painutatud. Igäüks saab ise kontrollida oma kehahoiaku õigsust, seistes seina ääres pingutamata, kannad ja tuharad vastu seina (joonis 26).

Kehahoiakul on kaks põhivarianti (Tucker, 1964):

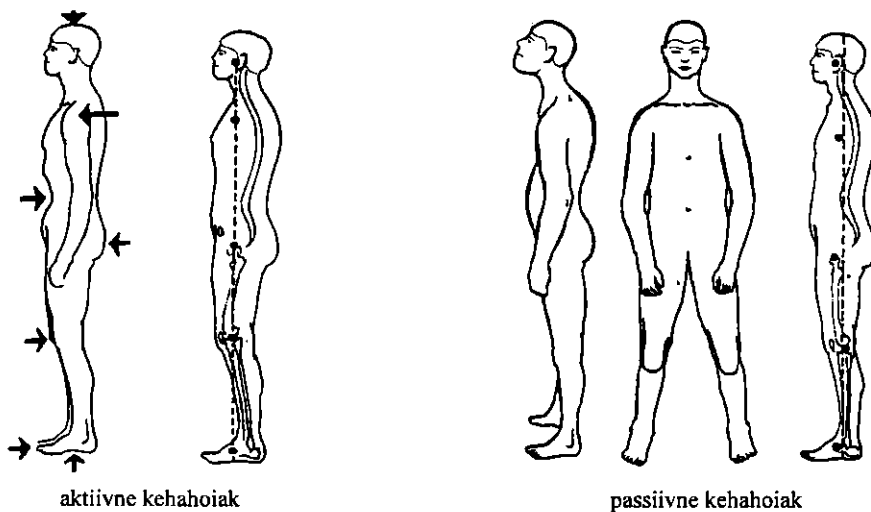
- 1) normaalne e. aktiivne;
- 2) hälbinud e. passiivne.



Joonis 26. Kehahoiaku kontrollimine vastu seina.

Aktiivset kehahoiakut iseloomustab põia- ja reielihaste aktiivne pingsus. Keha raskus langeb põia välisservale, varbaotsad on surutud vastu aluspinda. Gravitatsioonijoon läbib õla-põlve-puusaligest. Reie nelipealihase e. *m. quadriceps femoris* ja reie tagumised lihased on pinguldatud balansseeritult, seetõttu on põlved veidi painutatud. Kõhulihas ja tuharalihased on pinges, naba sisse tõmmatud. Lõuaots on suunatud horisontaalselt. Õlgade joon on horisontaalne, õlaliiges on mõttelisel gravitatsiooni-joonel või sellest veidi eespool.

Passiivse kehahoiaku puhul on põia toetus puudulik. Põlved on üle sirutatud, toetuspinnaks on põia seesmine serv, kandluu ja metatarsaalluude pead. Kõht on ees, tuharad ripuvad, pea hoidub ette, lõuaots on ülespoole, õlad ripuvad. Gravitatsioonijoon ei läbi kõiki punkte (joonis 27).



Joonis 27. Aktiivse ja passiivse kehahoiaku siluett.

Aktiivse kehahoiaku puhul etendavad lihased stabilisaatori osa ja jaotavad koormuse liigespindadele ning -sidemetele ühtlaselt. Passiivse hoiaku puhul jaotub koormus ebaühtlaselt. Mõnede liigeseosadele langeb pidevalt suur koormus ja neid koor-matakse ülemääraselt, teised osad on koormatud tunduvalt vähem. See tingib liiges-pindade erineva kulumise ja mõnede liigessidemete ülepingutuse. Passiivset keha-hoiakut võib jaotada vastavalt lülisamba telje kõrvalekaldele normaalasendist:

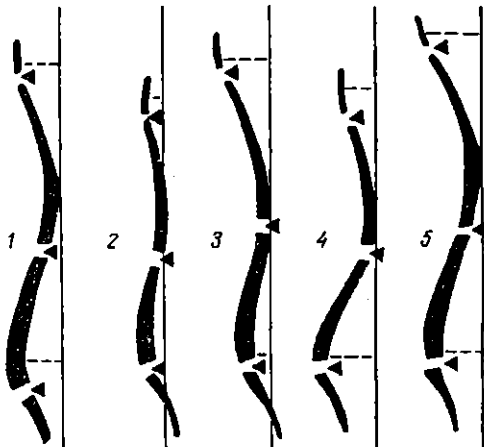
- nihked sagitaaltasandil (eest-taha);
- nihked frontaaltasandil (küljele).

Lülisamba asendi muutused sagitaaltasandil

Lülisamba telje muutumine sagitaaltasandil põhjustab lülisamba füsioloogiliste kõverduste süvenemise või lamenumise. Vastavalt füsioloogiliste kõverduste muutu-misele võivad tekkida järgmised häired.

1. Kõhm- e. vimmselgsus. Suurenenud on rindkereosa küfoos, võib olla vähenenud nimme- ja kaelaosa lordoos. Küfootilise hoiaku diagnoosimiseks ja arenguastme hindamiseks mõõdetakse mõõdulindiga õlgade laius eest ja tagant. Kui erinevus on $>10\%$, on tegemist algava küfoosiga.
2. Kumerselgsus. Lülisamba kõik kõverdused on süvenenud ja vaagna kaldenurk suurenenud.
3. Lameselgsus. Kõik lülisambakõverdused on lamenenud, vaagna kaldenurk on vähenenud, rindkere on nagu nihkunud ülespoole.
4. Nõgusselgsus. Lülisamba nimmeosa lordoos on suurenenud, vaagna ja kehatüve telje tasakaalustamiseks suureneb rinnaosa küfoos, rindkere on kitsas, kõhulihased nõrgad.

Joonisel 28 on toodud lülisamba profiili muutused lülisamba sagittaaltelje muutuste puhul.



Joonis 28. Lülisamba kuju rühihäirete puhul: 1 — normaalne, 2 — lameselgsus, 3 — kõhm- e. vimmselgsus, 4. — nõgus-selgsus e lordootiline lülisammas, 5 — kümürselgsus e. küfootiline lülisammas. Ülemine kolmnurk näitab VII kaelalüli asukohta, keskmine — abaluu alumise nurga asukohta, alumine — sabaluu üle-mise serva asukohta.

Lülisamba asendi muutused frontaalteljel

Koos asendi muutumisega sagitaaltasandil nihkub lülisamba telg ka frontaalteljel külgsuunas ja tekib vildakselgsus. Kui lisandub lülikehade pöördumine e. torsioon, tekib fikseerunud vildakselgsus e. skolioos, mis vajab spetsiaalset ravivõimlemist. Vastavalt sellele, kummale poole on lülisammas nihkunud, on viltu ka õlajoon. Talje- kää kolmnurgad muutuvad asümmeetriliseks.

Hoiakuvigadel eristatakse kolme raskusastet.

- I aste — hoiak on kergesti korrigeeritav sirutamisel ja keha raskuskeskme muutmisel.
- II aste — hoiak ei ole korrigeeritav ainult kehaasendi muutmisega. Selline rühihäire vajab eraldi ravi.
- III aste — fikseerunud rühihäire koos muutuste tekkimisega tugiaparaadis.

Rühihäirete põhjused

Rühihäirete tekke peamised põhjused on järgmised.

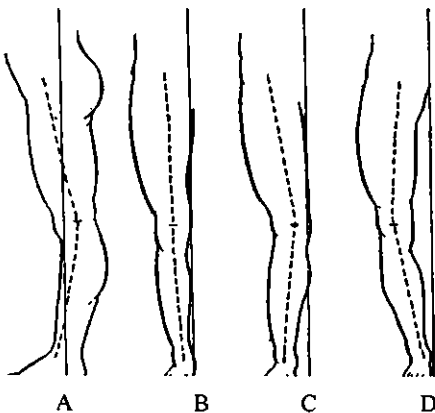
- 1. Keha raskuskeskme muutumine kiire kasvu perioodil. Kiire kasvu perioodil, eriti alajäsemete intensiivsel pikenemisel nihkub keha raskuskese üles, mis mõjub ebasoodsalt ülajäsemete arengule ja lülisamba füsioloogilistele kõverdustele.
- 2. Ebaõige tööasend, mida kasutatakse kas teadmatusest või mugavusest. Sageli tingib ebaõige asendi kas ebaõigesti disainitud või kasvule mittevastav mööbel.
- 3. Lihaskorseti nõrkus. Lihaste vähene areng ei suuda stabiliseerida keha vajalikus asendis seismisel või töö ajal. Nõrga selja tunnuseks on vajadus sageli asendit vahetada nii istumisel kui ka seismisel. Nn. mugava asendi kasutamine on paljudel juhtudel tingitud lihaste funktsiooni nõrkusest.
- 4. Lihaste asümmeetriline areng, mis on skoliootilise hoiaku põhjuseks. Lihaste asümmeetriat esineb sageli aktiivselt kehalise treeninguga tegelevatel noorukitel, kui treeninguplaanis on pööratud vähe tähelepanu keha üldisele arendamisele ja tegeldakse peamiselt spetsiifilise treeninguga, näiteks tennisemänguga, mille mõjul on kõige tuntavam käe-, õlavarre- ja seljalihaste asümmeetriline areng.

Rühihäirete ebasoodne mõju organisüsteemidele

Rühihäired mõjustavad oluliselt siseorganite tegevust ja on mitmete funktsionaalsete häirete põhjuseks. Rühihäired võivad olla täiskasvanueas kujunevate haigusseisundite üheks põhjuseks või soodusfaktoriks.

Rühihäired mõjustavad ebasoodsalt järgmiste organisüsteemide talitlust.

1. Rindkere liikuvus väheneb 3–5 cm võrra.
2. Kopsude eluline mahtuvus väheneb 50–80 ml võrra.
3. Hingamislihaste jõud nõrgeneb.
4. Selle tagajärjel väheneb välishingamisfunktsioon ja hingamisreserv ning tekib hüpoventilatsioon. Eriti tuntav on see suurenenud hapnikutarbimise situatsioonis. Kui lisandub füsioloogiliselt ealine kopsude elastsuse langus ja diafragma kõrgseis, mida sageli täheldatakse vanemas eas meestel, areneb krooniline kardiopulmonaalne puudulikkus südame parema poole ülekoormuse tõttu ilma kaasneva kopsupatoloogiata.
5. Kõhulihaaste jõud ja pinge nõrgeneb, kõhupressi mõju väheneb. Sellest tulenevad sapipõie ja soolestiku passaaži häired, kõhuorganite allavaje.
6. Tekivad müofastsiaalsed valud nimme piirkonnas. Lülisamba füsioloogiliste kõverduste nihked põhjustavad vaagnakallet reguleerivate lihaste düsfunktsiooni, selle piirkonna lihaste kõrgenenud toonust ja lühenemist. Vaagnakalde ja nimelordoosi suurenemine suurendab nimme piirkonna lülide, lülidevaheliste ketaste ja kõhrede koormust, millest nende kahjustus ja müofastsiaalsed valud.
7. Tekib eelsoodumus diskiprolapsi ja kõhusonga tekkeks.
8. Gravitatsioonijoon ebaõige asendi tõttu põlveliigese füsioloogiline keskseis puhkeasendis kaob, liiges koormatakse ülemääraselt ja ebaühtlaselt, sellest kondropaatiate ja degeneratiivsete muutuste teke liigestes. Joonisel 29 on toodud jalgade telje muutumine ülesirutuse, X- ja O-jalgade puhul.
9. Tekivad valud reie- ja säärelihastes, mis on tingitud puusaliigese staatika muutustest.
10. Keskeas areneb koksartroos.
11. Tekib üldine väsimus, nõrkus, peavalud ja tasakaaluhäired, lihaste valud ülajäsemetes ning pearinglus, mida võib trakteerida kui lülisamba kaelapiirkonnas



Joonis 29. Jala telje muutumine:
A — ülesirutus põlveliigseses,
B — normaalne jalg, C — X-
jalad, D — O-jalad.

- (C4/C5, C5/C6) areneva osteokondroosi algsümptomeid kaelalordoosi suuruse muutumisest.
12. Ebaõige kehahoiaku tõttu ei lõõgastu puhkeolekus lihased täielikult. Lihaste kõrgenenud toonus hästi arenenud suure lihasmassi puhul põhjustab ekstravasaalselt perifeerse takistuse tõusu, mis on juveniilse e. noorukiea hüpertensiooni tekke üheks põhjuseks.
 13. Rühihäired ja funktsionaalselt mittetäisväärtuslikud liigesed soodustavad oluliselt sporditraumatismi, samuti elukondlikku ja töötraumatismi.

Liigeste funktsionaalse seisundi hindamine

Liigeste funktsiooni hindamisel tuleb esmalt määrata liigeste üldine seisund: kas on tegemist üldiselt lõtvade e. hüpermobiilsete liigestega või on liigesed üldiselt jäigad.

Liigeste liikuvus on suurim 9–11-aastaselt, edasi nende liikuvus väheneb.

Noorukil lastakse sooritada alljärgnevad manöövrid (McKusick, 1972) ja vaadatakse, kas:

- 1) selja painutamisel sirutatud põlvedega on võimalik puudutada peopesadega põrandat;
- 2) põlvedes on võimalik ülesirutus (>10%);
- 3) küünarliigestes on võimalik ülesirutus;
- 4) randmeliigeses on labakäe maksimaalsel painutusel võimalik ülesirutus teises metakarpofalangeaalliigeses;
- 5) painutatud randmeliigese ja eemale viidud esimese kämblaluu ning põidla vahelise liigese liikuvus võimaldab põidlaga puudutada küünarvarre volaarset poolt.

Liigeste omadusi hinnatakse järgmiselt:

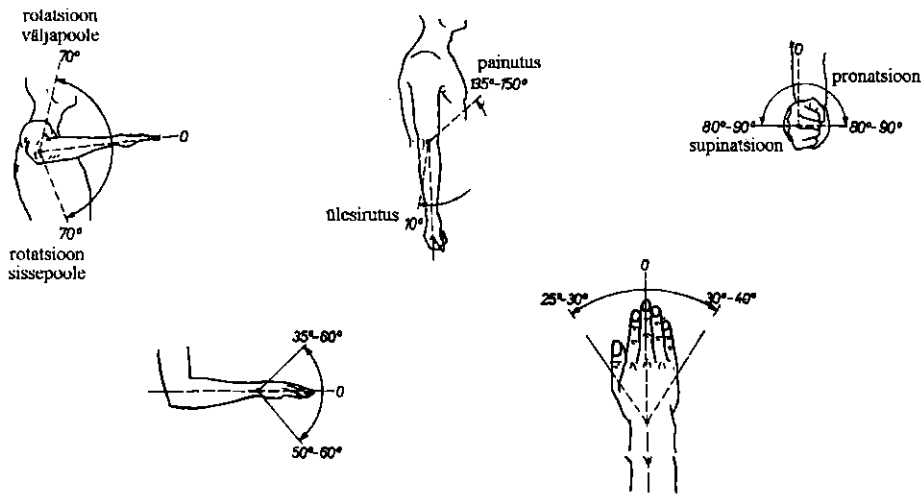
- jäigad liigesed — ei suuda sooritada ühtegi eespool kirjeldatud manöövrit;
- mõõduka lõtvusega (jäikusega) liigesed — on võimeline sooritama 2–3 manöövrit;
- lõdvad, hüpermobiilsed liigesed — on võimeline sooritama kõiki manöövreid.

Liigeste hüpermobiilsus on kaasasündinud, tingitud liigeste hüpotoonusest, sageli kaasub liigeste düsplaasia e. alaareng. Sihipärast hüpermobiilsete liigeste säilitamist ja arendamist harrastatakse balleti-, iluvõimlemise ja iluuisutamise, akrobaatika jm. treeningul. Nende alade viljelejalatel tekivad samased kaebused kui treenimata, kuid rühihäirete ja hüpermobiilsete liigestega isikutel.

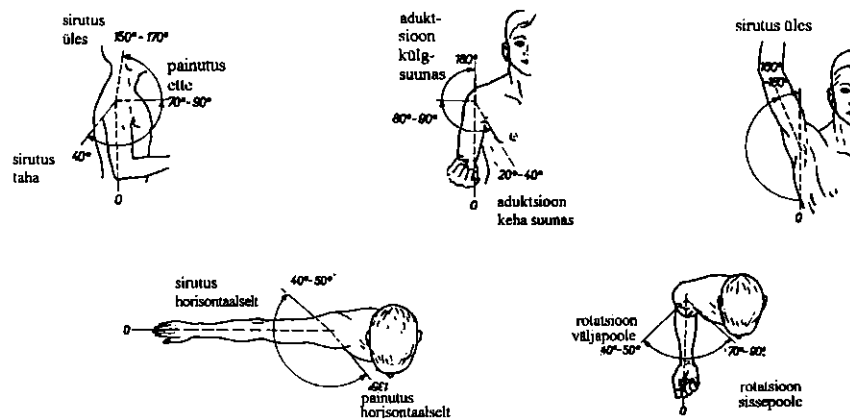
Sageli esineb mitte kõikide, vaid üksikute liigeste lõtvust, näiteks ülesirutatud põlve, ristivõlvi lamenumist jne., seetõttu tuleb hinnata peale liigeste üldise liikuvuse eraldi iga liigese asendit keskseisus ja liigese omadusi. Erilist tähelepanu tuleb pöörata põlveliigete ja puusaliigete õigele asendile, sest põlveliigese vigastused ja

hilisem kondropaatia on üks sagedasemaid liikumisaktiivsuse pärssimise põhjusi vanemas eas.

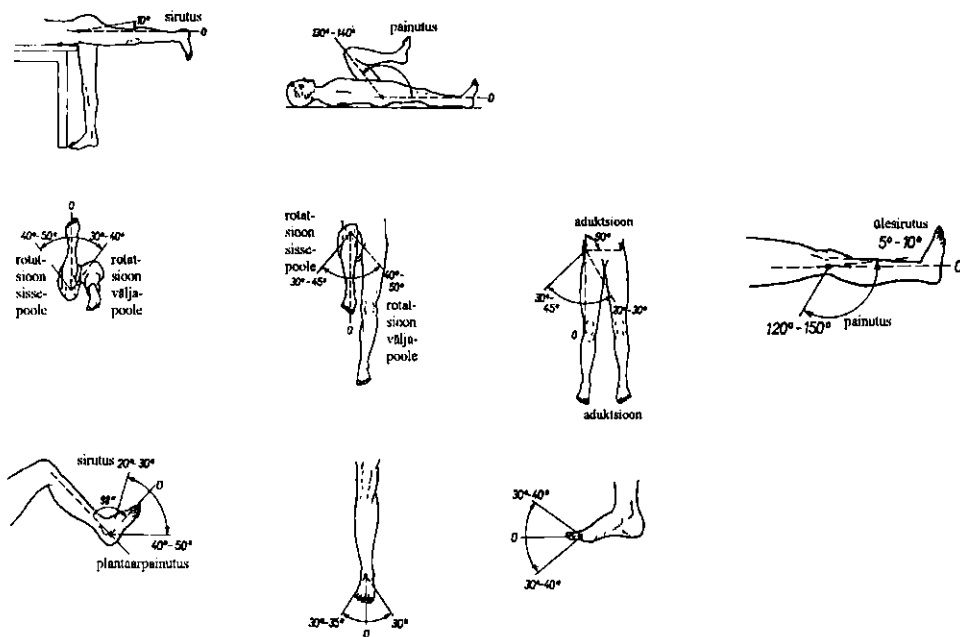
Liigete liikuvust hinnatakse kolmes suunas kraadides keskseisu suhtes, mida peetakse 0°-ks (Ross, Ward, 1984). Kehast kaugemale liikumist hinnatakse kui sirutusliigutust e. ekstensiooni, kehale ligemale liikumist kui painutusliigutust e. fleksiooni. Kui liikuvus on võimalik nii paremale kui ka vasakule, märgitakse esmalt liikuvus paremale. Liigete liikuvuse normaalne ulatus ja nende määrimine Debrunneri (1966) järgi on antud skeemidel (joonis 30–32) ja tabelis 37.



Joonis 30. Kõrvar- ja randmeliigese liikuvuse hindamine.



Joonis 31. Õlaliigese liikuvuse hindamine.



Joonis 32. Puusa-, põlve- ja hüppeliigese liikuvuse hindamine.

Tabel 37. Tähtsamate liigete liikuvuse ulatus (Debrunner, 1966).

liiges	liigutuse suund	liikuvuse ulatus
lülisammaskaelapiirkond	painutus ette-taha painutus paremale-vasakule rotatsioon paremale-vasakule	35–45°/0° 35–45° 50–70°/0°/50–70°
nimmepiirkond rinna- ja nimmepiirkond	painutus ette painutus taha painutus paremale-vasakule rotatsioon paremale-vasakule	10/15 cm 30° 30–40°/0°/30–40° 30°/0°/30°
õlaliiges	abduktsioon aduktsioon liikuvus ette/liikuvus taha rotatsioon sisse/välja	160–180°/0°/ 20–40° 150–170°/0°/40° 95°/0°/40–60°
küünarliiges	painutus/sirutus pronatsioon/supinatsioon	150°/0°/0–10° 80–90°/0°/80–90°
randmeliiges	painutus volaar-/dorsaalsuunas aduktsioon radiaal-/ulnaarsuunas	130–140°/0°/10° 25–30°/0°/30–40°
puusaliiges	painutus/sirutus abduktsioon/aduktsioon rotatsioon sisse/välja (painutatud liigesega)	130–140°/0°/10° 30–50°/0°/20–30° 40–50°/0°/30–45°
põlveliiges	painutus/sirutus	120–150°/0°/5–10°
hüppeliiges	painutus plantaar-/dorsaalsuunas	40–50°/0°/20–30°

Lülisamba liikuvuse hindamine

Lülisamba dorsoventraalse liikuvuse hindamine

1. Bieneri (1990) test. Mõõdetakse distantis *C7* ja *L4* ogajätke vahel sirutatud jalgadega püstiasendis ja ettepainutamisel sirgete jalgadega. Vahe väljendatakse protsentides.
2. Istes ettepainutustest (Eurofit-test). Uuritav istub põrandal, jalad on surutud vastu alust. Kingad on jalast ära võetud. Alusel on skaala sentimeetrites, jalgade horisontaaltasapinnalt algava skaala algväärtuseks on 15 cm. Uuritav püüab sirutada käsi võimalikult kaugele mööda skaalat, kusjuures jalad peavad jääma sirgeks. Mõõdetakse, mitu sentimeetrit suudab sirutada käsi üle jalgade tasapinna. Tehakse kaks katset, loetakse parim tulemus. Kuna 0-punktiks on 15 cm, siis tulemuseks loetakse 15 pluss näit. Näiteks uuritav suutis sirutada sõrmed 6 cm üle jalgade tasapinna. Tulemus oleks $15 + 6 = 21$ cm. Keskmine paindumus meestel on 21, naistel 24 cm.

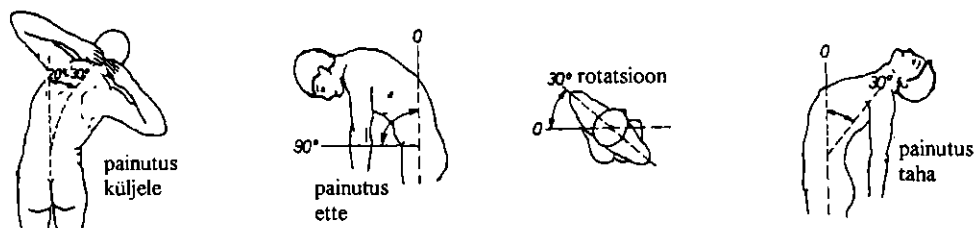
Ettepainutustesti võib sooritada ka pingil seistes. Halva tasakaalu puhul on selle meetodika kasutamisel mahakukkumise oht.

Ettepainutamisel tuleb jälgida, kas tekib seljalihaste reflektorne spasm e. kaitsepinge. Viimane on lülisamba muutunud kineetika oluliseks tunnuseks.
3. Sirutus taha e. selja suunas. Hinnatakse vertikaaltelje suhtes. Norm 30° .

Lülisamba külgsuunas liikuvuse hindamine

1. Uuritav seisab, selg vastu seina, sirged käed on vastu reisi. Fikseeritakse keskmise sõrme kaugus põrandast. Seejärel kallutab uuritav end maksimaalselt paremale, libistades kätt mööda reit alla. Mõõdetakse uuesti sõrme kaugus põrandast. Sama korratakse vasakule. Arvutatakse lähtepunkti ja maksimaalse kallutuse vaheline kaugus sentimeetrites. Võib kasutada mõlemat tulemust eraldi (eriti kui on suur erinevus) või poolsummana. Testi ajal tuleb jälgida, et ei kaoks selja kontakt seinaga. Keskmine külgsuunas paindumus on 21 cm.
2. Käed kuklal, painutatakse külgsuunas. Hinnatakse lülisamba rinnaosa telje nihkumist vertikaalteljest kraadides. Norm $20-30^\circ$.

Joonisel 33 ja tabelis 37 on antud lülisamba kaela- ja rinnaosa liikuvuse hindamise meetodika ning normaalne liikuvuse ulatus.



Joonis 33. Lülisamba liikuvuse hindamine.

Lihaste funktsiooni hindamine

Lihaste funktsiooni hindamisel on vajalik eelsoojendus. Sobiv on kas sõit veloergomeetril 5 minuti jooksul või kerge sörkjooks (ka paigaljooks).

Kerelihaste jõu ja vastupidavuse määramine

1. Seljalihaste staatilise vastupidavuse test. Uuritav lamab kušetil kõhuli, ülakeha ulatub vööst alates üle kušeti serva, jalad fikseeritud. Järgnevalt tõstab ülakeha jalgadega ühele tasemele. Fikseeritakse aeg, kui kaua suudab hoida ülakeha horisontaalasendis. 7–11-aastane peab suutma hoida ülakeha 1–2 minutit, üle 11-aastane 2–4 minutit.
2. Kõhulihaste test e. selililamangust istesse tõus. Uuritav on selililamangus, põlved 90° nurga all painutatud. Labajalad on fikseeritud. Uuritav tõuseb istesse, puudutades sõrmeotstega põlvi. Sooritab manöövrit nii mitu korda, kui suudab. Hinnatakse istesse tõusu arvu järgi. Soome hindamisskaala järgi on täiskasvanud mehe rahuldav tulemus 28–38 korda, täiskasvanud naisel 25–35 korda.

Eurofit-testide (Oja, Texworth, 1995) kompleksis sooritatakse horisontaalasendist, käed kuklal, istesse tõusud fikseeritud aja (30 s) vältel. Tulemusi hinnatakse punktides, iga tõus vastab ühele punktile.

3. Jalalihaste koordinaatsiooni ja vastupidavuse hindamise e. kükkimistest. Uuritav seisab sirgelt, jalad kergelt (15 cm) harkis, toetab käega lauale. Järgnevalt laskub kükki, laskumisel tõuseb varvastele. Laskumiste sagedus on üks kord iga 3–4 sekundi tagant. Kükitab nii mitu korda, kui suudab. Soome täiskasvanute normid: naised 25 korda, mehed 38 korda.
4. Üleshüppetesti eesmärgiks on mõõta üleshüppe kõrgust. Üleshüppetesti korrektseks sooritamiseks on vaja kasutada tensoplatvormi või hüppematti, mis või-

maldab täpselt fikseerida lennuaja ja selle alusel arvutada täpse hüppekõrguse. Orienteerivate andmete saamiseks võib kasutada järgmist metoodikat: uuritav seisab sirgelt, mõõdulint on kinnitatud vöö külge ja läbi libiseva aasa pörand külge. Mõõdulint on tõmmatud võimalikult sirgeks. Seejärel hüppab uuritav maksimaalselt üles, andes kätega hoogu ja tõmmates kaasa mõõdulindi. Rootsi täiskasvanute keskmised normid: mehed 53 cm, naised 38 cm.

Lihaste toonuse ja vastupidavuse kompleksne hindamine (Bieneri test)

Kuna kehahoiak sõltub lihaste toonusest ja vastupidavusest, mitte nende jõust, soovib Biener (1990) lihaste omaduste hindamiseks testide kompleksi (5 testi), mille tulemused ei sõltu kasvust ega vanusest. Samal ajal on need testid treeniva mõjuga, suurendades kehahoiakut määravate lihaste jõudu.

1. test. Uuritav lamab selili, käed fikseeritud kukla taga. Tõuseb istesse ja puudutab küünarliigestega põlvi.
2. test. Uuritav seisab, jalad koos, rinna kõrgusel hoiab 5 kg raskusega hantlit. Tõuseb varvastele, hantel peab jääma kere suhtes samale nivoole.
3. test. Kõhulilamang, käed kuklal, jalad kõrvuti, sirutatud ja fikseeritud. Sirutab ülakeha taha.
4. test. Uuritav seisab sirgelt, põlvekedra alumise ääre kõrgusel asub pingul nöör. Hüppab, jalad koos, üle nööri edasi-tagasi.
5. test. Algasend — allaiste seina ääres, käed üles sirutatud. Hüppab üles, püüdes hüppe ajal puudutada võimalikult kõrget punkti seinal.

Nelja esimest testi sooritatakse nii mitu korda, kui uuritav suudab. Tulemusi hinnatakse punktides, iga hästi ja õigesti tehtud harjutus annab ühe punkti. Viienda testi puhul mõõdetakse, kui kõrgele (cm) suutis testitav hüppata. Keskmise punktide summa on 130–150.

Käte staatilise jõu hindamine

Käsivarrelihaste staatilise jõu määramiseks kasutatakse dünamomeetriat. Dünamomeeter asetatakse peopessa, skaala peopesa poole. Pigistamisel ei tohi käsi puutuda vastu keha. Mõlema käega tehakse kaks katset, arvestatakse paremat tulemust.

Lihase-liigesetundlikkuse määramine

Lihase-liigesetundlikkuse määramiseks kasutatakse dünamomeetrit.

Metoodika:

- 1) määratakse käe maksimaalne staatiline jõud;
- 2) pigistatakse kolm korda skaalale vaadates 50% maksimaalsest jõust ja püütakse üks kord teha sama peale vaatamata;
- 3) pigistatakse silma kontrolli all 3–4 korda 75% maksimaalsest jõust ja püütakse seda teha üks kord skaalale vaatamata.

Lihase-liigesetundlikkus loetakse heaks, kui kõrvalekalle ei ületa $\pm 20\%$.

Koordinatsioonitest Rombergi järgi

Uuritav seisab ühel jalal, teine jalg on tõstetud painutatult nii, et jalalaba asub tugijala põlve kõrgusel. Käed on sirutatud ette, sõrmed sirged, silmad kinni. Hinnatakse seismise kindlust, kestust ja sõrmede ning laugude värisemise e. treemori teket. Treemor viitab vegetatiivsele labiilsusele.

Hinnang:

- hea — suudab säilitada asendit üle 15 sekundi, treemorit ei teki;
- rahuldav — seisab nõutud asendis kuni 15 sekundit, tekib vähene treemor kätes ja/või silmalaugudes;
- ebarahuldav — ei suuda seista korduvatel katsetel ühel jalal, tekib tugev treemor kätes, silmalaugudes; esinevad koordinatsioonihäired.

Tasakaalu hindamine (flamingotest)

Eesmärgiks on selgitada nooruki tasakaalu hoidmise võimet. Testiks on vajalik puidust alus mõõtmega $50 \times 4 \times 3$ cm, mis on kinnitatud kahele tugiprussile mõõtmega $15 \times 3 \times 2$ cm. Hinnatakse, kui kaua või mitme katsega summaarselt ühe minuti on nooruk võimeline seisma flamingoasendis, s.t. ühel jalal, teine jalg põlvest taha painutatud, üks käsi hoiab painutatud säärest, teisest käest hoiab abistaja. Stopperiga võetakse asendi säilitamise aeg, stopper käivitatakse momendil, mil abistaja vabastab oma käe. Tulemust loetakse väga heaks (5 palli), kui uuritav on võimeline seisma flamingoasendis summaarselt ühe minuti viie või vähema arvu katsetega. Tulemus on väga halb (0 palli), kui 15 katsega ei suuda vaatlusalune nõutud asendit säilitada summaarselt 30 sekundit.

Käte liigutuskiiruse hindamine (plate tapping)

Uuritav on püstiasendis, tema ees laual on kaks 20 cm diameetriga mittelibisevat ketast. Ketaste keskkohaade kaugus on 80 cm. Ketaste vahekauguse keskkoha on määrgistatud. Üks käsi asub ketaste vahekauguse keskkohal, teisega puudutatakse maksimaalse kiirusega kettaid. Mõõdetakse aeg, mis kulub, et ühe käega puudutada laual olevaid kettaid, kumbagi 25 korda (kokku on kahe ketta puudutusi 50). Testi sooritatakse kaks korda. Arvesse läheb parim tulemus. Tulemust hinnatakse punktides, punkti üheks ühikuks on testi aeg sekundites, korrutatud 10-ga. Näiteks testi sooritamiseks kulus 10,2 sekundit, mida võib hinnata 102 punktiks.

Meie testimise tulemused näitasid, et osale kuni 15-aastastele noorukitele käis testi sooritamine 25×25 puudutusega üle jõu lihaste väsimise või koordineerimiskrambi tõttu. Ilmselt on vaja suunata algtempo valikut. Kui tekib raskusi testi sooritamise, võib kasutada modifitseeritud Eurofit-testi, mille puhul tehakse eespool mainitud manöövrit nii mitu korda, kui testitav suudab. Fikseeritakse kulunud aeg, mille jagamisel puudutuste arvuga saame liigutuste keskmise kiiruse. Puudutuste arv aga võimaldab hinnata käte lihaste histokeemilisi omadusi.

Tabel 38. Eesti poeg- ja tütarlaste kehalised võimed (keskmised väärtused, Loko jt., 1994)

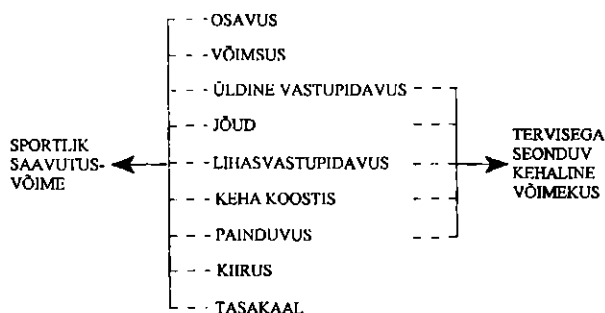
vanus	sugu	selja sirutajalihas- isomeetri- line jõud (kg)	paigalt- kaugus- hüpe (cm)	ülleshüpe (cm)	topispalli (2 kg) tõuge rinnalt istudes, fikseeritud seljaga (cm)	20 m lähte- jooksu kiirus (m/s)	kere ette- painutus (cm) pinnast allapoole
11	M	65,9	168,1	38,5	274,7	5,4	0,7
	N	51,8	160,3	33,1	230,1	5,1	
12	M	68,9	173,3	39,5	300,4	5,4	0,6
	N	55,5	165,9	36,3	258,1	5,3	
13	M	74,7	183,9	42,6	338,4	5,6	1,8
	N	61,9	176,5	39,2	288,1	5,4	
14	M	88,1	193,3	45,3	395,4	5,8	3,5
	N	71,0	178,7	40,0	340,1	5,5	
15	M	106,0	212,8	49,4	454,3	6,0	5,1
	N	74,9	178,5	40,2	350,7	5,5	
16	M	121,3	235,6	54,0	507,9	6,2	5,8
	N	77,9	179,9	40,8	372,3	5,5	
17	M	132,5	235,5	57,3	559,9	6,4	6,8
	N	83,2	180,5	41,0	375,2	5,5	
18	M	142,5	244,5	60,0	592,9	6,4	8,2

**Kehalise tegevuse ja
treeningu mõju tervisele ning
kasvava organismi arengule**

Tervisefitness

Kehaline võimekus e. fitness on oluline nii spordis kui ka tervise seisukohalt. Sportliku saavutusvõimega seonduv kehaline võimekus ja tervisega seonduv kehaline võimekus on suures osas kattuvad. Tervisega seonduv fitness ei tähenda igakülgset või spetsiifilist atleetlikku võimekust, vaid näitab indiviidi eluviisi ja sellega seonduvaid valikuid (Raudsepp, Viru, 1996). Tagamaks igapäevaeluks vajalikku tervisevaru ja kehalise võimekuse taset, tuleb järgida töövõime kolme põhielemendi — jõud, vastupidavus ja painduvus — arendamist (joonis 34). Levinud käsitluse kohaselt kajastab tervisefitness neid kehalise fitnessi komponente, mida mõjustab kehaline aktiivsus ja mis on seotud tervisega. Tervisefitnessi põhikriteeriumideks on:

- 1) võime sooritada igapäevaseid pingutusi;
- 2) võimaluse loomine liikumisvaegusest tingitud tervise riskifaktorite vähendamiseks.



Joonis 34. Sportliku saavutusvõimega seonduva fitnessi ja tervisefitnessi põhikomponendid.

Üldine kohanemine ja treening

Organismi arengu üheks realiseerumismehhanismiks on mittespetsiifilised adaptatiivsed muutused välisärritajatele, mis moodustavad mitmeastmelise stressireaktsiooni. Mittespetsiifilised adaptatiivsed muutused organismis üldise adaptatsiooni e. kohanemismehhanismi avaldusteks. Viimasteks on (Viru, 1988):

- 1) organismi energiareservi mobiliseerimine;
- 2) organismi plastilise reservi mobiliseerimine;
- 3) organismi kaitsemehhanismide aktiveerimine.

Seisund, mida iseloomustab üldise adaptatsioonimehhanismi tugev aktiveerumine, ongi organismile stress. Mingi mõjuri toimel vahetult tekkivad adaptatiivsed muutused, nagu homöostaatiline reaktsioon või üldise kohanemismehhanismi aktiveerumine, on vahetu e. kiiradaptatsioon, mis teostub olemasolevate ressursside ja funktsionaalsete võimaluste arvel.

Mõjustuste kordumisel, näiteks treeningu puhul, ilmneb adaptatsiooniprotsessides osalevate funktsioonide täiustumine, mille tulemusena suureneb organismi vastupanuvõime mõjustustele. See on kestabadaptatsioon. Sel puhul ei piirdu pingutustega kohanemine ainult suurenenud energiakulutuste katmisega, vaid ainevahetuse muutused kindlustavad aktiivselt funktsioneerivate struktuuride juurdekasvu, mis omakorda on nende funktsionaalse võimsuse suurenemise aluseks.

Selleks, et koormusjärgsel taastumisperioodil intensiivistuks adaptatiivne valgusüntees küllaldaselt, kindlustades rakustruktuurides töövõime arenguks vajalikke muutusi, peab treeningukoormus põhjustama ulatusliku metaboliitide akumulereumise ja hormonaalse vastuse. See on vajalik energeetilise ja plastilise potentsiaali taastumiseks ja superkompensatsiooninähtude esilekutsumiseks e. koormuse treeniva efekti ilmnemiseks.

Organisüsteemide mõjustamine sõltuvalt harjutuste iseloomust

Vastupidavusharjutused

Mitokondri valkude sünteesi, sealhulgas oksüdatsiooniensüümide sünteesi stimuleerivad põhiliselt vastupidavusharjutused. Sellele lisandub hapnikku siduvate valkude juurdekasv (veres hemoglobiin, lihastes müoglobiin) ja hapnikutransporti tagavate organite — südame-vereringe- ja hingamissüsteemi funktsiooni optimeerumine, skeletilihaste kapillaarvõrgustiku täiustumine.

Kuna positiivsete muutuste esilekutsumiseks on vajalik, et arendatavate organisüsteemide töö toimuks pika aja vältel kõrgendatud tasemel, jääb jõu-, kiirus- ja kiirusjõuharjutuste puhul mõjustuse aeg liiga lühikeseks, painduvus- ja koordineerimisharjutuste puhul aga intensiivsus sageli liiga väikeseks, et kindlustada südame-vereringesüsteemis põhjalikke adaptatiivseid muutusi. Seepärast on nii organismi üldiste kui ka südame-vereringesüsteemi funktsionaalsete võimete tõstmise põhivahendiks vastupidavusharjutused (Gilmour, 1971; Viru, 1982; Karikosk, 1984).

Osavus-, koordinatsiooni- ja painduvusharjutused

Osavus- ja koordinatsiooniharjutuste mõju realiseerub peale tugi-liikumisaparaadi närvirakkude tasemel. Painduvusharjutuste mõjul suureneb eelkõige sidekoe-kõõluste ja ligamentide elastsus, millele lisandub närviregulatsiooni täiustumine ning lihasjõu mõningane arenemine (Jalak, Neissaar 1994).

Jõu-, kiirusjõu- ja kiirusharjutused

Jõuharjutuste kasutamine loob lihasraku geneetilisele aparaadile sellise stiimuli, mis indutseerib lihaskontraktsioonimehhanismis osalevate valkude sünteesi.

Kiirusjõuharjutuste mõjul täiustub sarkoplasmaatiline retiikulum, mis realiseerub vastavate valkude täiendava sünteesimise kaudu. Sellele lähedane mõju on ka kiirusharjutustel. Kõik kiirus-, kiirusjõu- ja jõuharjutused suurendavad potentsiaalseid võimalusi lihaskontraktsiooni ajal ATP energia kiireks kasutamiseks, sest kasvab müosiini ATP-aasi aktiivsus, ja ATP kiiremaks resünteetiks, kuna suureneb KrP-mehhanismis osalevate ensüümide aktiivsus (Viru jt., 1987, Viru, 1988, 1990).

Termoregulatsioon ja kohanemine keskkonna eritingimustega

Kehalise pingutuse ajal suureneb lihaskoes hapnikutarbimise (keemilises mõttes põlemise) intensiivsus kuni 100 korda. Kui puhkeolekus on lihaskoe hapnikuvajadus väga minimaalne — 1,5 ml/kg/min, siis intensiivsel lihastööl tõuseb see kuni 150 ml/kg/min. Lihastööl tekkiva soojusenergia koguvõimsus võib ületada 1000 W, mõelgem seejuures ühele keskmist tuba kütvale 1000-vatisele õliradiaatorile jooksja sisemuses ja seda nii pikaajalise pingutuse kui ka näiteks maratonijooksu kestel.

Kui organismil puudusid kaitsemehhanismid tekkiva soojushulga väljaviimiseks kehast, tõuseks maratonijooksja kehatemperatuur 1°C võrra pingutuse iga järgneva 5–8 minuti jooksul. Teatud raskustesse termoregulatsiooni mõttes satubki organism suures kuumuses — üle 30°C, päikesepaistes, tuulevaikusel ning kõrge õhuniiskusega keskkonnas pingutades.

Kehatemperatuuri säilitamiseks on vaja juhtida tekkiv ülemäärane soojushulk kehatuumast — lihastest ja intensiivselt töötavatest siseorganitest (süda, maks, neerud, kopsud) — väliskeskkonda. Osa sisekeskkonnas tekkinud soojusest lahkub organismist väljahingatava õhuga. Vereringe venoosne tagasivool kindlustab kehatuumas tekkinud soojuse juhtimise nahapinnale. Naha verevarustus suureneb, eriti

kuumas keskkonnas tugeval kehalisel pingutusel, kuni 20 korda. Nahapinnale jõudnud soojushulga juhivad väliskeskkonda kolm üksteisest sõltumatut füüsilist mehhanismi: kiirgamine, kontaktjuhtivus ja higistamine. Viimane termoregulatsiooni-mehhanism on kõige võimsam. Tugevasti suurenenud higierituse (2–3 liitrini/h) tõttu on vaja kestval pingutusel kuumas keskkonnas pidevat organismi vee- ja elektro-lüüdivarude täiendamist — joomist distantstil. Selleks on kõige parem kasutada jahedat, tasakaalustatud soolade ja vähese (3–5%) suhkrusisaldusega spordijooke (tuntumad Isostar, Gatorade).

Noorsportlastel tuleks suures kuumuses või päikesepiste ohu korral treenimisel ja võistlemisel täita järgmisi soovitusi:

- 1) kasutada avaraid heledaid riideid;
- 2) katta kindlasti pea ja kael otsese päikesekiirguse eest;
- 3) juua regulaarselt juba enne pingutust ja pingutuse ajal enne tugeva janutunde teket;
- 4) vältida organismi veekaotust (dehüdratatsiooni) soodustavate faktorite toimet: kohvi, tee ja koolajookide tarbimist;
- 5) jälgida hoolikalt keskkonnatingimuste muutusi: temperatuur, päikesepaiste, õhuniiskus, tuul;
- 6) kuumas ilmaga treenides kasutada joomiseks tavalisele veele lisaks mineraal-vett;
- 7) hoolitseda energiavarude kiire taastamise eest. Organismi veevaru sõltub glükogeenivarust. Vesi seotakse organismis sõltuvalt energiavarust;
- 8) kuumusega kohanemise markeriteks on puhkeolekupilss ja kehakaal. Kuumas keskkonnas stabiilne puhkeolekupilss ja kehakaal viitavad heale kohane-misele. Kiire kaalukaotus on seotud eelkõige organismi veevaru vähenemisega.

Kehaline koormus ja liikumisvaegus noorukieas

Kehaline aktiivsus ja selle kujunemine

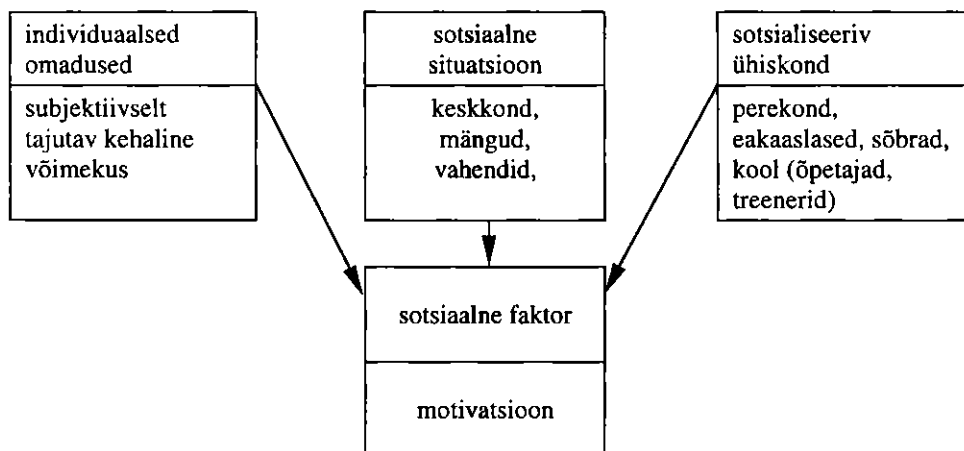
Kehalise aktiivsuse ja tervise seoste avardumisel on pikk arengulugu, millest järgnev näide. Meditsiinidoktor Aleksander Paldrock ja filosoofiadoktor Aleksander Audova kirjutavad 1931. a. Tartu kirjastuses Nool välja antud raamatu "Loomulik ravimisõpetus" peatükis "Kehaline tegevus" järgmist.

Võidujooksuhobuse süda kaalub 2–3 korda rohkem kui vaba hobuse süda. Tegevus mõjutab kogu organismi. Kehalise tegevuse tagajärjel muutub keha tugevamaks ja elujõulisemaks. Tegevusetu organism jääb loiuks, lõdvaks ja nõrgaks. Haigused võivad teda ennemini ähvardada. Kahjuks aga on eriti linnades tihti liiga vähe võimalusi küllaldaseks tegevuseks, tihti peab laps oma loomulikku liikumistarvet alla suruma, sest ümbruskond takistab. Niihästi puudulik kui ka liiga suur kehaline pingutus on kahjulik. Kehaharjutuste ülesanne peab ikka olema kõige pealt kasulikkus tervisele, mitte aga oskamatu liialdamine ja organismi vigastamine ... Küllaldane kehaline tegevus on eriti tähtis ka naistele. See soodustab nende kehalist arenemist ja hõlbustab naise elus nii suure tähtsusega sünnitamisprotsessi ... Inimene peab olema arenenud harmooniliselt, mitmekülgsest ja kokkukõlaliselt, nii et ta suudab edukalt lahendada kõige mitmekesisemaid ülesandeid, mille ette teda seab elu.

Inimesel on kaasasündinud tarve liikuda. Motoorne aktiivsus ja selle arenemine imiku- ja väikelapseas on vaimse arengu eelduseks. Motoorset passiivsust lapseas peetakse alati normist kõrvalekaldeks. Väikelaps jookseb, hüppab, ronib ilma erilise välise stimulatsioonita. Samal ajal on täiskasvanu aktiveerimiseks ja piisavalt aktiivse elustiili säilitamiseks vajalikud korduvad väljastpoolt tulevad impulsid, mis suurendavad motivatsiooni liikumiseks. Liikumisvajadus on indiviiditi väga erinev. Kaasasündinud motoorset aktiivsust mõjutavad nii soodsalt kui ka ebasoodsalt rohkearvulised välisfaktorid, kujundades elustiili.

Poistel on liikumistarve realiseerimine tunduvalt suurem kui tüdrukutel, ületades 10–12-aastaselt tüdrukute oma peaaegu 50% võrra. Puberteedieas liikumisvajadus väheneb. 16–17-aastaselt ei erine noorukite liikumisvajadus täiskasvanu omast. Täiskasvanu kehaline inaktiivsus pärineb sageli noorukieast, mil ebaühtlasele kehalisele arengule ja sellest tulenevale kehaliste võimete olulisele diferentseerumisele lisanduvad sotsiaal-psühholoogilised kohanemishäired. Kooliaja kestel laste kehaline aktiivsus oluliselt ei suurene, küll aga täheldatakse 13–14-aastaselt koolivälistes treeningutes osalemise hüppelist vähenemist, eriti tütarlastel. Maiste jt. (1998) andmeil on 34% kehalise treeninguga mittetegelevatest 15-aastastest tüdrukutest treeningutundidest loobunud just 13–14-aastaselt.

Liikumisvaegust peetakse tehnokratiseerunud-mehhaniseerunud ühiskonna haiguseks. Liikumisvaegust täiskasvanueas seostatakse sotsiaalsete põhjustega — elustiiliga. Samal ajal jäetakse tähele panemata sisemised põhjused (subkliiniline koronaaarpuudulikkus, liikumisorganite funktsiooni häirumine jms.), mis võivad olla nii väheliikuva elustiili põhjuseks kui ka tagajärjeks.



Joonis 35. Kehalise aktiivsuse kujunemine (Kenyon, McPerson, 1972).

Arvatakse, et hilisemate kehaliste võimete aluseks on liikumiskogemuste ja -vilumuste võimalikult varajane omandamine. Esimestel eluaastatel sooritatud kehalised harjutused on treenitavuse treeninguks. Määravaks on antigravitatsioonimehhanismi kujunemine sünnijärgsel ajal seoses tõusmisega lamamisasendist jalgadele. Treenitavuse treening jätkub eelkoolieas, kus kehaline aktiivsus on hilisema treenitusseisundi tekkimise mehhanismide aluseks.

Kehaline aktiivsus eelkoolieas eeldab sotsialiseerumist. Aktiivses kehalises tegevuses mitteosalevad lapsed jäävad hiljem motoorses arengus maha. Varases lapseas on sotsialiseerumises olulisim perekondlik faktor. Lapse kehaline aktiivsus peegeldab kaudselt vanemate elustiili ja suhtumist spordisse üldse. Genotüübist tulenevad individuaalsed erinevused ilmnevad juba varases lapseas ja süvenevad puberteetperioodil. Oluline on vanemate julgustav ja stimuleeriv roll, eriti tüdrukute puhul. Sageli kandub kehaliselt väheaktiivse ja väheste kehaliste eeldustega ema mentaliteet edasi lastele, eriti tütarlastele. Poistel, kel on oluline rühmategevus, on tähtis osa eakaaslastel-sõpradel. Treenitavuse treening on eelduseks soodsa suhtumise kujunemisel kehalistesse harjutustesse.

Täiskasvanuea kehalisele aktiivsusele pannakse alus noorukieas.

Tähtsamad faktorid, mis avaldavad mõju 15-aastasele noorukile ja mõjutavad teda jätkama kehaliselt aktiivset eluviisi ka 30-aastaselt, on (Engström, 1991) järgmised:

- 1) osavõtt organiseeritud kehalisest tegevusest ja treeningust vähemalt neli tundi nädalas;
- 2) kuulumine spordiklubisse;
- 3) kooli heatasemelise kehalise kasvatuse mõju.

Soodustingimustena tulevad arvesse aktiivse sõbra või elukaaslase mõju ja akadeemiline haridus. Motivatsioon kehalise aktiivsuse säilitamiseks täiskasvanuna leiab tuge võimalusest maandada selle kaudu pingeid, lödvestuda psüühiliselt. Mitte vähem oluline pole võimalus liikuda looduses ja olla terve ning võimekas.

Liikumisaktiivsuse vähenemise põhjused noorukieas

Liikumissoovi vähenemise peamisteks põhjuseks noorukieas peetakse eelkõige sotsiaalseid faktoreid:

- 1) huvide struktuuri muutumine;
- 2) motivatsiooni ja materiaalsete võimaluste puudus;
- 3) negativistlik suhtumine kõigesse soovitatavasse, ka aktiivsesse sporti.

Vähem pööratakse tähelepanu füsioloogilistele põhjustele, nagu:

- 1) kehakaalu tõus rasvkoe arvel;
- 2) ebasoodsad konstitutsionaalsed eeldused;
- 3) adaptatsioonihäired stresskoormusele;
- 4) hirm kehalisel koormusel tekkivate subjektiivselt ebamugavate reaktsioonide ees, mis on tingitud adaptatsiooniraskustest ja -häiretest. Mitteharmoonilise arengu tõttu noorukieas kehalise pingutuse ajal tekkivad ebasoovitavad reaktsioonid võivad esile kutsuda hirmutunde, mis pärsib oluliselt soovi kehaliseks pingutuseks, liiatigi, kui seda on võimalik vältida.

Uuringud näitavad, et noorukid ei teadvusta oma tegelikke kehalisi võimeid. Enesehinnang oma kehaliste võimete kohta on üldiselt kõrge ega ühti objektiivsete näitajatega. Meie andmeil (Maiste jt., 1998) ei tunnistanud end subjektiivselt kehaliselt teistest nõrgemaks ükski poiss.

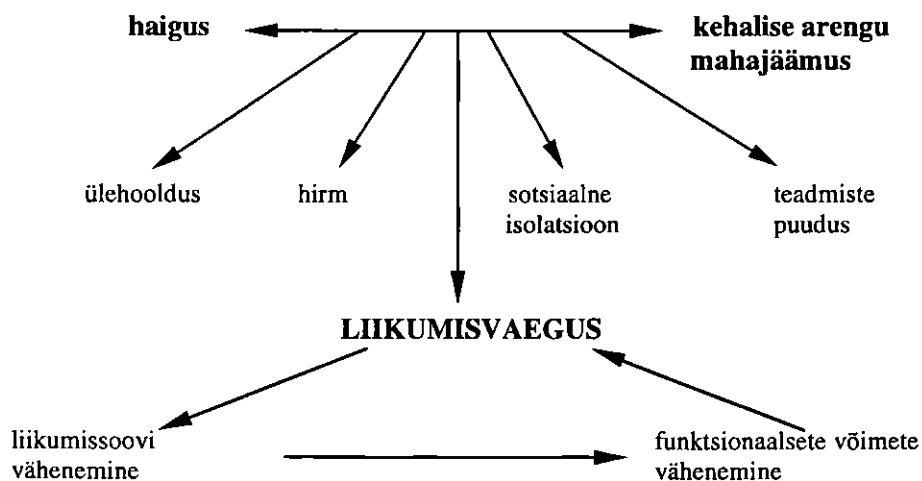
Kriitilisemad on need noorukid, kes tegelevad sporditreeninguga. Subjektiivse ja objektiivse hinnangu lahknevus tuleneb ilmselt sellest, et igapäevategevuses vajalik energiahulk on võrdlemisi tagasihoidlik, ei nõua metaboolsete mehhanismide ega hapnikutranspordisüsteemide erilist mobiliseerimist, mistõttu adaptatsioonihäired ei tule ilmsiks. Monitooruringud (Ellis, 1978) näitavad, et lapsed on intensiivselt kooramatud väga vähe aega ööpäevast. Südamesagedus tõuseb tasemini 160–170 lööki/min keskmiselt ainult 24 minuti vältel ööpäevast. Noorukite subjektiivse hinnangu ja kehaliste võimete objektiivsete näitajate oluline lahknevus on üheks kehaliste võimete arendamise motivatsiooni puudumise põhjuseks.

Haigus kui liikumisaktiivsuse vähenemise põhjus

Üheks liikumisaktiivsuse vähenemise põhjuseks on haigus. Bar-Or (1983) jaotab liikumisaktiivsust vähendavad haigusseisundid kahte gruppi:

- 1) haigused, mille puhul motoorne aktiivsus on piiratud primaarselt liikumisorganite funktsiooni häirumisest (artriit, lihasedüstroofia, parees, raske skolioos jne.);
- 2) haigused, mis kutsuvad esile sekundaarse liikumisvaeguse seoses ägedate või krooniliste haigusseisunditega teistes, mitte liikumisorganites.

Haigestumine põhjustab nooruki osalise sotsiaalse isolatsiooni. Haigestumisega kaasuv ajutine kehalise töövõime langus piirab otseselt liikumisvabadust. Haiget last ähvardab ala- või ülehooldamine. Vanemate hirm lapse tervise halvenemise ja haiguse süvenemise ees soodustab sageli ülehooldussündroomi teket. Haigusseisundist genereeritud adaptatsioonihäired või olemasolevate süvenemine soodustavad liikumisvajaduse vähenemist, viimane omakorda põhjustab funktsionaalsete võimete languse. Sõltuvalt last tabanud haiguse olemusest ja raskusest ning rehabilitatsiooni meetodikast võib tekkida suletud ring — *circulus vitiosus*, mille katkestamine on väga komplitseeritud ja vaevanõudev, eriti kui on tegemist geneetiliselt väheste kehaliste eeldustega või väheliikuva lapsega. Sageli soodustab suletud ringi teket arstide indutseeritud liigne ettevaatlikkus. Sellised lapsed “põevad” kogu kooliaja ja on pidevalt vabastatud kehalise kasvatus tundidest.



Joonis 36. *Circulus vitiosus*'e tekkemehhanism haiguse puhul (Bar-Or, 1983).

Arstide genereeritud haigused

Südame funktsionaalsed häired moodustavad võimlemisest vabastamise põhjustest 25–50%. Sageli diagnoositakse ülemiste hingamisteede katarridega kaasnevaid regulatsioonihäireid müokardiidina ja õpilane vabastatakse mitmeks kuuks kehalisest kasvatuses.

Kardiovaskulaarsüsteem kui hapnikku transportiv süsteem reageerib kõige tundlikumalt energiatarbimise muutustele. Kardiovaskulaarsüsteemil on suurimad võimalused kompenseerida hapnikukandjate (hemoglobiin), gaaside difusiooni või raku tasemel tekkinud hapnikudefitsiiti. Kiirenenud vereringe, sellest indutseeritud kahinad ja kehalise võimekuse langus on müokardiidi väärdiagnoosimise üks sagedasemaid põhjusi. Sageli samastatakse müokardiiti väheste kehaliste võimetega või adaptatsioonihäiretega. Tegelikult ei pea orgaanilisele südamehaigusele kaasuma töövõime langust. USA-s (Bergman, Stamm, 1967) tehtud süvendatud uuringud südamehaiguse diagnoosiga kehalisest kasvatuses vabastatud laste ja noorukite seas näitasid, et südamehaigeks tunnistatud lastest ainult 19%-l oli tegelikult orgaaniline südamehaigus. Samal ajal oli nii haigete kui ka "haigete" grupis kehaline töövõime langenud umbes 40%-l lastest. Ekslikult südamehaigeks tituleeritud lastest 20%-l oli töövõime väga madal ja 30%-l mõõdukalt langenud. Samas 56%-l südamehaigetest lastest kehaline töövõime oli keskmine või isegi üle selle.

Ebaõiged diagnoosid tulenevad eelkõige lapse madalast e. redutseeritud kehalisest töövõimest, lisanduvatest vegetatiivset tüüpi kaebustest ja südameklappidel kuuldavatest kahinatest, mida hinnatakse auskultatoorselt e. kuulatlemisel kui klapiirikut. Viimaste põhjuseks noorukieas on sageli esinev kõõluskeelikute düsfunktsioon ja sidekoe nõrkus, sellest ühe või mitme südameklapi prolabeerumine ja tagasivool e. regurgitatsioon, millel hemodünaamiliselt tavaliselt olulist tähtsust ei ole. Küll aga vajavad sellised noorukid klappide düsfunktsiooni dünaamika ehhokardiograafilist kontrolli ja osal juhtudest mõningat treeningu, eriti jõu- ja intervalltreeningu intensiivsuse ajutist piiramist.

Samal ajal tuleb arvestada, et müokardiit, eriti selle kerge vorm kulgeb sageli subkliiniliselt, ilma selgelt avalduvate haigusnähtudeta ja on üks südame ülepingsuse sündroomi tekke põhjusi treeningutest osa võtvatel noorukitel.

Südame rütmihäireid tõlgendatakse sageli orgaanilise haiguse näitajana. Südame rütmihäired noorukitel võivad peale müokardi otsese kahjustuse olla indutseeritud lisajuhteteedest, samuti ekstrakardiaalsetest mõjustustest, nagu suitsetamine, kohvi liigtarvitamine, alkoholi tarbimine jt. Igal üksikjuhul on vajalik põhjalik erialaarsti teostatud uuring.

Vähene kehaline töövõime

Vähene kehaline töövõime ei ole kaugeltki haigestumise näitaja, kuid võib olla selle tagajärg. Nooruki kehalist töövõimet ei saa hinnata üksnes maksimaalse hapnikutarbimise nivoo järgi. Koronaar- ja müokardiaalreserv pole terve nooruki aeroobse töö ajal kunagi piiravaks teguriks. Kliinilise patoloogiata tervete laste vähese kehalise töövõime põhjusi on palju.

1. Hüperventilatsioon puhkeolekus ja hüpoventilatsioon koormusel (Boutellier, Piwko, 1992). Piisavalt kõrge maksimaalse hapnikutarbimise nivoo juures võib üldine kehaline võimekus osutuda madalaks. Põhjuseks on madal metaboolne reserv ja ebaadekvaatselt suur energiakulu mõõdukal ja submaksimaalsel koormusel. Neil noorukitel on hingamislihaste osa üldises hapnikutarbimises juba puhkeolekus ebaadekvaatselt suur skeletilihastega võrreldes. Koormuse ajal suureneb disproportsioon veelgi. Hingamislihaste suurenenud hapnikuvajaduse põhjuseks on kõige sagedamini ebaökonoomne hingamistehnika, rindkere deformatsioonid, kehahoiaku häired ja sellest tulenev rindkere liikuvuse vähenemine. Valest hingamistehnikast tulenevaid ventilatsioonihäireid tuleb eristada atüüpilisest, sümptomiteta kulgevast ja koormuse indutseeritud bronhospasmist ning sellest tingitud hüpoventilatsioonist.
2. Skeletilihaste suurenenud hapnikuvajadus koormuse ajal. Võrdse töö puhul suurendavad koordineerimishäired, liigutuste ebaökonoomsus ja lihaste mitmetäielik lõõgastumine puhkeseisundis skeletilihaste hapnikuvajadust.
3. Liikumisaparaadi vähene vastupidavus ja liigutuste kvaliteet on teiseks oluliseks liikumist limiteerivaks faktoriks noorukieas. Inimese keha stabiilsus ja liigutuste kvaliteet sõltuvad dünaamiliste struktuuride — lihaste ja inertsete struktuuride: liigespinnad, sidemed, tasakaalustatusest ja koordineeritud tegevusest. Kiirel kasvuperioodil ilmnenud kehaehituse ebaproportsionaalsusest tekivad koordineerimishäired võivad säilida ka vanemas noorukieas.
4. Hilispuberteedis on kiire väsimise üheks põhjuseks lihasmassi ja liigeste-sidemete süsteemi disproportsioon. Skeletisüsteemi vastupidavus on sageli määrav. Liigutuste ökonoomsuse tõstmisega on võimalik skeletisüsteemi vastupidavust ja töövõimet suurendada (Goldberg, 1995). Noorukite töövõime hindamisel tuleb alati pöörata tähelepanu skeletisüsteemi funktsionaalsele seisundile ja liikumise kvaliteedile.
5. Kardiovaskulaarsüsteemi adaptatsioonihäired. Noorukite kehalist aktiivsust piiravad kardiovaskulaarsüsteemi adaptatsioonihäired on kahte tüüpi.
 - Koormuse ajal avalduvad häired. Need seisnevad hüperergilistes stardi-reaktsioonides ja respiratoorsete ning hemodünaamiliste parameetrite mittestabiliseerumises püsiva koormuse ajal. Seda tüüpi adaptatsioonihäireid võib sagedamini täheldada tütarlastel ja väheste kehaliste võimetega noormeestel.

- Pärast koormust taastumisperioodil avalduvad häired. Vahetult pärast koormust, sagedamini aga taastumisperioodi 5.–15. minutil tekib tugev vererõhu langus. Kui sellele kaasub ka südametegevuse järsk aeglustumine e. bradükardia, võib tekkida kollaps. Seda tüüpi adaptatsioonihäired esinevad peamiselt heade kehaliste võimetega noorukitel pärast submaksimaalset või maksimaalset koormust. Põhjuseks on töö ajal vähenenud üldise perifeerse takistuse aeglane kohanemine hemodünaamika muutustega.

Kehalise aktiivsuse hindamine

Senini puudub täpne ja standardiseeritud metoodika kehalise aktiivsuse iseloomustamiseks ja hindamiseks koolipediaatrilisest aspektist. Sõltuvalt uurija eesmärgist suunatakse tähelepanu liikumise ühe või teise aspekti uurimisele — sotsiolooge huvitab eeskätt liikumisaktiivsuse eesmärk, motivatsioon, sotsiaalsed kontaktid ja mõjutegurid, liikumisaktiivsus kui üks sotsiaalne suhtlemisvahend (Richter jt., 1974).

Füsioloogide tähelepanu on pööratud peamiselt ainevahetuse muutustele, regulatsioonimehhanismidele ja hapnikutarbimisele koormuse ajal. Liikumist käsitletakse kui energiavahetuse tõusu, mis suurendab oluliselt hapnikuvajadust ja sellega seotud organite töökoormust. Seetõttu tõuseb peamiseks parameetriks maksimaalne hapnikutarbimine ja sellega vahetult seonduv südame löögisageduse dünaamika.

Koolimeditšini seisukohast on võrdselt olulised mõlemad — nii liikumine ja sellega seotud muutused organismis ja tervis kui ka motivatsioon, subjektiivsed ja sotsiaalsed faktorid, sest liikumine on võimalik ainult subjektiivse motivatsiooni alusel. Tabelis 39 on toodud kehalise aktiivsuse hindamise metoodid.

Küsitlus on liikumisaktiivsuse hindamiseks levinumaid meetodeid odavuse ja tehnilise lihtsuse tõttu. Tema väärtus võrdub anamneesi väärtusega. Küsitlusel on kirjeldav kvantitatiivne iseloom. Ta baseerub oluliselt uuritava mälule ja subjektiivsele hinnangule, mistõttu tulemuste objektiivsus pole alati kuigi suur.

Küsitluse kui meetodi diagnostilist väärtust saab suurendada, kui küsitlusmeetodit täiendada aja-liikumisanalüüsiga, kus kehalise aktiivsuse liigid jaotatakse gruppidesse e. kategoriseeritakse ja uuritaval tuleb registreerida aeg, mis mingi aktiivsusliigi täitmiseks kulub.

Sammulugeja registreerib sammude arvu, aga mitte nende kiirust, seetõttu ei saa sammulugejaga eristada käimist ja jooksu. Samuti ei registreeri ta käte ja kehatüve liikumist. Keha koguaktiivsuse mõõtmiseks kasutatakse lisaks eraldi mõõtureid kätele ja kehatüvele.

Südamesisestuse registreerimine näitab ühelt poolt metaboolset profiili, teiselt poolt koormuse intensiivsust. Et lastel on pulsisagedus koormuse intensiivsuse juures 20–70%-ni sageli submaksimaalsetes väärtustes, ei saa selle järgi määrata täpselt koormuse intensiivsust. Südamesisestuse registreerimine ei peegelda ka liikumise kvaliteeti, mis laste ja noorukite puhul on olulise tähtsusega.

Tabel 39. Koolilaste liikumisaktiivsuse hindamise metoodikad.

meetod	eelistused	piirangud
küsitlus	odav, kõlblik sõeluuringuteks	halb rehabiliteet ja objektiivsus
endavaatlusprotokoll	odav	halb objektiivsus
tegevuse jälgimine uurija poolt	võimalik hõlmata kogu kehalist aktiivsust	aeganõudev, kehalise aktiivsuse kvalifitseerimise raskused
aja ja liikumise aktiivsus	võimaldab liikumisaktiivsuse liike kategoriseerida ja kvantifitseerida	aeganõudev
sammulugeja	objektiivne, odav	mittespetsiifiline, halb rehabiliteet aeglasel käimisel või kiirel jooksul
käte, kehatiive aktiivsuse registreerija	objektiivne, odav	mittespetsiifiline, registreerib vaid käte liikumist
videofilm	objektiivne, hea rehabiliteediga ja kvaliteediga, võimalik hõlmata kogu aktiivsust	kallis
südamesageduse monitooring pulsi-testeriga	objektiivne, võimalik hinnata ööpäev ringi ja individuaalselt	suhteliselt odav
telemeetria, Holter-monitooring	objektiivne, võimalik hinnata ööpäev ringi ja individuaalselt	
hapnikutarbimise määramine	objektiivne, seotud otseselt koormuse intensiivsusega	kallis

Liikumise telemeetriline registreerimine ja videofilm on liikumise ökonoomsuse selgitamiseks parim, kuid kallis ja seotud ruumiliste piirangutega.

Kestusuuring peab vältama kolm ööpäeva.

Praegu kasutatavaim meetod on ankeetküsitlus koos aja-liikumisanalüüsiga. Teeri jt. (1994) järgi arvatakse õpilane kehaliselt väheaktiivseks, kui ta kehaline koormus piirdub vaid kehalise kasvatus tunniga.

Tippsport, võistlussport, koolisport, vabastamine kehalisest kasvatuses ja ravikehakultuur

Spordi olemus ja eesmärk

Oma eesmärkide poolest on tippsport, võistlussport, koolisport ja ravikehakultuur täiesti erinevad.

Tippspordi eesmärgiks ei ole otseselt tervise tugevdamine. Ennem võib teda võrrelda raske, komplitseeritud, professionaalseid oskusi nõudva kehalise tööga, millega pikaajalise eeltreeningu abil saavad hakkama ainult üksikud, eriliste eeldustega isikud. Treenides ja võisteldes maksimaalse võimekuse piiril ei ole harvad vigastused ja ülepingitusseisundid (Prokop, 1989).

Võistlussport on ühelt poolt eelaste ettevalmistusel tippspordiks, teiselt poolt on ta paljudel juhtudel kehaliselt võimekamate noorukite intensiivsema kehalise aktiivsuse vorm (Franke, 1991). Ta sisaldab suuremal või vähemal määral võimete võrdlemist, eesmärgistatud võistlusmomenti. Blimkie, Bar-Ori (1995) arvates on kõigile lastele vajalik kehaline treening temale sobival spordialal. Osavõtt võistlusest koolispordi tasemel on sellise treeningu loomulik väljund, millest võistlussporti jõuavad vaid üksikud.

Koolisport on laia diapasoniga, sarnaneb kõige enam tervisespordiga, kuid sisaldab ka võistlusspordi elemente. Koolispordi eesmärgiks peaks olema:

- üldise vastupidavuse tõstmine, liigutusvilumuste täiustamine;
- liigutuste ökonoomsuse arendamine;
- õige kehahoiaku kujundamine;
- kasvu- ja arenguhäirete nivelleerimine algstaadiumis;
- kehalise arengu suunamine organismile soodsas tervislikus suunas.

Nende ülesannete täitmiseks on vajalik kehalise kasvatuses õpetaja ja kooliarsti tihe koostöö. Klimti (1985) arvates on kooliarst spetsialist, kes oskab asjatundlikult soovitada, millist ettevalmistust ja treeningut nooruk vajab. Kooliarst peab oskama soovitada ja aitama kehalise kasvatuses õpetajat või vanemaid valida nooruki kehalisele arengule vastavat spordiala, arvestades tervist ja tasakaalustatud arengut või rehabilitatsioonivajadusi (Gilliam jt., 1982).

Kooliarsti ülesandeks on selgitada järgmist:

- 1) kas laps on piisavalt kehaliselt koormatud;
- 2) kui ei ole koormatud, siis mis on selle põhjuseks — kehaline, psüühiline või sotsiaalne faktor;
- 3) milline on lapse kehaline töövõime;
- 4) kas ja milline treening parandab lapse elukvaliteeti;
- 5) kas kehaline koormus ei kahjusta tervist.

Koolispordi efektiivsuse tõstmiseks soovitatakse puberteediperioodi algusest alates (11. eluaastast) määrata, millisesse võimekuse klassi laps kuulub, selgitada vajaka-jäämised arengus, määrata lubatud koormuse intensiivsus ja erisuunalise arendamise vajalikkus. Selleks on vaja lapsi kehaliselt testida.

Ei ole õige lubada noorukitel iseseisvalt, ilma kontrollitud algettevalmistuse ja treeningukavata treenida jõusaalis, sest ilma pideva kontrollita on ülepingutus-sündroomi ja tugiaparatuuri mikrovigastuste tekke oht suur, eriti aktselerantidel. Teisest küljest võib koormuse intensiivsuse hindamine ainult subjektiivsete kriteeriumide alusel, stiilis “teeb tunnis kaasa, nagu suudab” viia nii ala- kui ka ülekoormusele ja positiivse treeninguefekti puudumisele, eriti kui nooruk ise on kehalise koormuse suhtes negativistlikult või ülientusiastlikult meelestatud.

Ravikehakultuur on rehabiliteeriv treening kindla funktsiooni taastamiseks. Ta on seotud kindlate haigusprotsessidega, kuulub üldise ravi ja rehabilitatsiooni metoodika hulka ning toimub raviasutustes. Ravikehakultuur ei saa asendada koolispordi.

Ettevalmistav treening

Sarnaselt vaimses õppetöös mahajäämuse kompenseerimise meetoditega on ka kehalise arengu mahajäämuse vähendamiseks vajalikud nn. järeleaitamistunnid, kus treenitakse spetsiaalselt neid skeletisüsteemi osi, mis on vajalikud konkreetse nooruki lihasgruppide töö tasakaalustamiseks ja tugevdamiseks.

Kõikidele noorukitele, kes ei ole varem tegelnud kehalise treeninguga või on mingil põhjusel olnud pikemat aega treeningust eemal, on enne kavakindla treenimisega tegelema hakkamist vajalik ettevalmistav treening, mille eemärgiks pole kõikide kehalise fitnessi parameetrite täiustamine, vaid on piiratud kindla suunitlusega. Ettevalmistav treeninguprogramm peab olema suunatud eeskätt aeroobse töövõime tõstmisele ja spordivigastuste ennetamisele tugi- ja liikumisaparaadi ettevalmistamise kaudu. Ettevalmistavat treeningut vajavad järgmised kontingendid:

- 1) väheliikuvad, vähese kehalise võimekusega lapsed ja noorukid, et suurendada nende kehalist fitnessi, kergendada lülitumist treeningugruppidesse;
- 2) noorukid, kes hakkavad kuuluma mingisse kindlasse võistlusprogrammi; eelnev kontrollprogramm vähendab vigastuste tekke võimalusi;
- 3) noorukid, kes vajavad spetsiifilist terapeutilist rehabilitatsiooni; paralleelselt toimuv ettevalmistusprogramm suurendab spetsiifilise rehabilitatsiooni tulemusi;
- 4) noorukid, kellele kooli üldine koormusstress võib osutada liiga suureks (mõningaid südame-, kopsu-, metaboolseid haigusi põdejad);
- 5) noorukid, kes pole varem süstemaatiliselt treeninud, aga soovivad nüüd sellega aktiivselt tegelema hakata;

- 6) lapsed ja noorukid, kes hakkavad tegelema või tegelevad väikest energiakulu vajava spordiliigiga (nt. male, kabe), mis ei taga piisavat koormust liikumis-aparaadile;
- 7) asümmeetriliselt arenenud lihaskonnaga noorukid.

Kehalisest kasvatuses vabastamine

Võimlemisest vabastamise probleem on aktuaalne nii Eestis kui ka teistes Euroopa maades. Hecki (1988) andmeil on 5.–10. klassis kehalisest kasvatuses pidevalt vabastatud 2–5% lastest, enamik vabastusi on lühiajalised, arstlikult põhjendamata. Saksa autorite andmeil moodustasid juhuslikud kaebused (peavalu, kõhuvalu jms.) 43% põhjustest, miks nooruk ei saanud tunnis osaleda. Torkab silma vanemate kirjutatud võimlemisest vabastamise tõendite suur osa (umbes 39%-l juhtudest). Kooliarst oli võimlemisest vabastanud vaid 10,8%-l juhtudest.

Meie uuritud Lõuna-Eesti koolides oli 15-aastastest õpilastest pidevalt vabastatud 2% poistest ja 12% tüdrukutest. Senini puudub Eestis ühtne süsteem õpilaste vabastamiseks kehalise kasvatuses tundidest. Kehalisest kasvatuses vabastavad kas perearstid, erialaarstid või hoopis juhuslikud tuttavad arstid. Tulemuseks on vastutamatus, eriti kui vabastuse on väljastanud mittespetsialistist tuttav arst, kes sageli pole kompetentne haiguse rehabilitatsiooni meetodikas, ei tea haiguse puhul vajalikku ja lubatud kehalise koormuse intensiivsuse määra ning meetodikat. Kooliarstile jääb vaid registreerija roll, ehkki kooliarst peaks olema kõige kompetentsem kooli kehalise kasvatuses tingimustes. Selle tagajärjeks on, et mõni õpilane põeb paberi järgi neli aastat järjest viirusmüokardiiti või on kehalisest kasvatuses vabastatud diagnoosiga, mis just eeldaks kehalist aktiivsust (nt. hüpertoonia). Tegelik initsiatiiv sellise lapse vabastamiseks kehalisest kasvatuses tuleb vanemate, eriti ema poolt ja on genereeritud lapse mittetoimetulekust või ebameeldivatest subjektiivsetest aistingutest kehalise koormuse ajal. Kõik taandub sageli just kehaliste võimete mahajäämisele üldisest keskmisest tasemest.

Üldtunnustatud seisukoht on, et kehalisest koormusest vabastatakse kõik põdejad haiguse ägedas faasis.

Probleemne on pärast ägedate haigusnähtude kadumist treeningule lubamise aeg ja koormuste taastamise kiiruse määramine. Järjest enam leiab tunnustust seisukoht varajase optimaalse kehalise aktivatsiooni vajalikkusest ning sportlikust pingutusest valikulise vabastuse õigsusest. Raskusi on kroonilisi haigusi põdejatega, kus haigusprotsess ise polegi kehalisest kasvatuses vabastamise põhjuseks, vaid selleks on sekundaarsest liikumisvaegusest tingitud kehaliste võimete madal nivoo. Tabelis 40 on toodud sagedamini esinevate mittenakkushaiguste põdemise puhul soovitatavad keskmised ajad sporditreeningust vabastamiseks.

Tabel 40. Koolispordist ja treeningutest vabastamise keskmine aeg mõningate sagedamini esinevate haiguste puhul (Heck, 1988).

haigus	täielik vabastamine	osaline vabastamine		erimärkused
	kestus	ala	kestus	
ülemiste hingamisteede haigused				
allergiline nohu	–	ujumine	sesoonselt	allergia ekspositsiooni ajal
äge nohu	–	ujumine, vastupidavustreening, kergejõustik	1 nädal	
nina, ülahuule furunkul	1–2 nädalat			septiliste komplikatsioonide oht
äge sinusiit	4 nädalat			
krooniline sinusiit	–	ujumine	–	4–6 nädalat
stomatiit	3–4 nädalat			
äge kõri- või neelupõletik	1–2 nädalat			
äge angiin	2–4 nädalat			
tonsillektoomiajärgselt	4 nädalat			
kõrvahaigused				
äge väliskõrvapõletik	–	ujumine	1–2 nädalat	
äge keskkõrvapõletik	2 nädalat	ujumine	2 nädalat	
krooniline keskkõrvapõletik	–	ujumine	pidevalt	lubatud kuulmekäigu sulgemisel
vestibulopaatia	–	ujumine, eriti sukeldumine, riistvõimlemine, trampliinhüpped	pidevalt	
neerude ja kuseteede põletikulised haigused				
äge põiepõletik	4 nädalat	ujumine	3 kuud	
äge püelonefriit	4 nädalat	ujumine ja vastupidavustreening	4 nädalat	soovitav kerge võimlemine
kroonilise püelonefriidi ägenemine	8 nädalat	ujumine, jõuvastupidavus-, kiirusvastupidavustreening, võistlussport	1 aasta	
äge glomerulonefriit	4 kuud*	ujumine, jõuvastupidavus-, kiirusvastupidavustreening, võistlussport	1 aasta	
krooniline glomerulonefriit	pidevalt	–		
nefroos	4 kuud*	ujumine, jõuvastupidavus-, kiirusvastupidavustreening, võistlussport	2 aastat	võistlussport 2–5 aastat
neerukivid	ainult hooajal			
neerude tsüstiline degeneratsioon	–	–	–	

* pärast uriini normaliseerumist.

haigus	täielik vabastamine	osaline vabastamine		erimärkused
	kestus	ala	kestus	
kardiovaskulaarsüsteemi haigused				
kardiit (komplikat-sioonideta)	6 kuud	kõik vastu-pidavus- ja suure intensiivsusega või maksimaalset tempot nõudvad alad	6 kuud	rehabilitatsiooniks: kerge võimlemine, aeroobne vastu-pidavustreening pulsisagedusega 130 l/min, kestus 10–15 min, ujumine
kardiomüopaatia ○ hüpertroofiline obstruktsiooniga ○ dilatatiivne	vabastatud vabastatud	– –		
hüpotoonia ortostaa-tiliste häirete tekke kalduvusega	–	kõik lühiajalised maksimaalsed pin-gutused; inten-siivne intervall-treening; staa-tilised maksimaal-sed pingutused; ohtlikes situatioonides harjutused, näiteks tramp-liinihüpped	oleneb orto-staatiliste muutuste väljenduslik-kusest, umbes 1/2 aastat	ei ole lubatud koormuse järsk katkestamine
essentsiaalne hüpertoonia (puhke-olekus vererõhk >140/95 mmHg) ○ koormuse ajal vere-rõhk normaliseerub ○ koormuse ajal hüper-tensiivne reaktsioon	– – –	– – kõik intensiivsed koormused (sprint, keskmaajooks); jõuvastupidavus-spordialad; inten-siivne intervallme-toodikaga treening (nt. ringtreening); võistlussport; staatilised jõu- ja hoiakuharjutused	– – vererõhu nor-maliseeru-miseni	– – soovitav väikese intensiivsusega vastupidavus-treening (südame löögisagedus 130 l/min); ujumine; jalgrattaga sõitmine (mitte mägedes)

haigus	täielik vabastamine	osaline vabastamine		erimärkused
	kestus	ala	kestus	
○ sekundaarne hüpertensioon	diagnoosi selgumiseni	sõltub haigusest ja hüpertoonilisest reaktsioonist		
ekstrasüstolid	ravi ajaks	–	–	–
preeksitatsiooni-sündroom (LGL ja WPW)	–	–	–	
○ ilma paroksüsmaalse tahhükardiata	–	–	–	
○ paroksüsmaalse tahhükardia hoogudega		kõik tahhükardiahooge vallandavad situatsioonid, nt. jõuharjutused, kõik õnnetusohelikud situatsioonid: trampliinihüpped, riistvõimlemine jne.	kuni ravini	
seedeelundkonna ja ainevahetushaigused				
suhkurtõbi,	medikamentoose ravi määramiseni	kõik intensiivset vastupidavustreeningut nõudvad alad	iga 1/2 aasta tagant hinnata glükoositolerantsi	osavõtt lubatud stabiilse ainevahetuse ja kontrollitud glükoositolerantsi puhul
○ värskest avastatud juht				
○ ebastabiilne, kalduvus hüpo-glükeemiaks või ketoonuuriaks	ainevahetuse stabiliseerumiseni	vastupidavustreening üle 15–20 minuti; jõuvas-tupidavus- ja kiirusvastu-pidavustreening; võistlussport	iga 1/2 aasta tagant hinnata glükoositolerantsi	treening lubatud ainult stabiilse ainevahetuse ja kontrollitud glükoositolerantsi puhul; ei ole soovitatav eks-treemne vastu-pidavustreening ja energeetiliselt mitte-täpselt määratavad spordialad (nt. judo, sportmängud) võistlustingimustes
mittespetsiifilised seedetraktipõletikud (farüngiit, ösofagiit, gastriit)	umbes 2 nädalat	–	–	
mao- ja kaksteistsõrmiku haavandtõbi	2–4 nädalat	võistlussport ja subjektiivselt tugeva psüühilise koormusega situatsioonid	kuni kindla tervistumiseni	

haigus	täielik vabastamine	osaline vabastamine		erimärkused
	kestus	ala	kestus	
viirushepatiit, ○ kerge vorm ○ protraheeritud vorm	kuni maksa- ensüümide normalisee- rumiseni 4–8 nädalat pärast maksa- ensüümide normalisee- rumist	kõik intensiivsus- ja vastupidavus- treeningud (nt. kesk- ja pikamaajooks, intensiivne intervall- treening), võistlus- sport kõik intensiivsus- ja vastupidavus- treeningud (nt. kesk- ja pikamaajooks, intensiivne intervall- treening), võistlus- sport	1–2 kuud	
krooniline hepatiit	vabastatud pikaks ajaks	–	–	
infektsioosne mono- nukleosis	3 kuud pärast laboratoorsete näitajate normalisee- rumist	–	–	

Kehaliste võimete arendamine

Treenitavuse sõltuvus eluperioodist

Eelkooliiga

Eelkoolieas praktiliselt puuduvad organismi treenitusseisundi saavutamise võimalused, sest vastavad füsioloogilised mehhanismid pole veel välja arenenud. On mõeldav vaid liigutuskoodinatsiooni märgatav täiustumine. Liigutuskoodinatsiooni paranemine tagab ka selles eas jõunäitajate, kiiruse ja vastupidavuse mõningase suurenemise. Kooliikka jõudmisele eelneb murdemoment liigutusanalüsaatori arengus 6. eluaastal.

Kooliiga

Koolieas kehaline aktiivsus normaliseerib ja tasakaalustab noorukite üldist arengut, kindlustades nii kehamõõtmete, kehaliste võimete kui ka siseorganite funktsionaalsete võimete harmoonilise arengu. Ainult kehaliste harjutuste süstemaatilise sooritamise tulemusena saab võimalikuks kehaliste võimete arenemine ja treenitusseisundi kujunemine. 7–8-aastased lapsed valdavad enam-vähem täielikult põhilisi liigutusakte, siiski esineb veel 8–9 aasta vanuses liigseid kõrvalliigutusi ja lihaspinget. Alates 10–12 aastast on liigutusanalüsaatori areng jõudnud tasemeni, kus kõrvalliigutused ja liigne lihaspinge kaovad ning saab hõlpsasti kujundada keerulisi ja stabiilseid liigutusstereotüüpe. Juba 11–14-aastased noorukid võivad saavutada erakordselt kõrge taseme liigutusülesannete täpsel teostamisel ja liigutuskoodinatsioonis.

Murdeiga e. puberteet

Murdeiga toob kaasa kehamõõtmete hüppelise juurdekasvu ja kesknärvisüsteemi erutuvuse tõusu. Kasvu ja kaalu muutuste ebaproportsionaalsus nõuab ka uute biomehaaniliste suhete kujunemist ja liigutuskoodinatsiooni täpsustamist. Uuringud näitavad, et õigesti organiseeritud treening murdeas võimaldab säilitada head liigutuskoodinatsiooni.

Sporditehnika omandamiseks algõpetuse tasemel on kõige soodsam vanus 11–14 aastat. Harjutuste sooritamisel tuleb siiski vältida lihasjõu maksimaalset rakendust.

Hiljem, seoses kehamõõtmete väljakujunemisega, tuleb omandatud sporditehnika viia vastavusse uute biomehhaaniliste suhetega ning õppida seda kasutama jõu- ja kiirusvõimete maksimaalsel rakendamisel. Murdemoment lihaste arengus ilmneb 12. eluaastal, mil lihaskiudude paksenemine e. hüpertroofia hoogustub. Selle põhjus peitub endokriinnäärmete talitluses, võimaluses produtseerida rohkem lihasvalkude sünteesi stimuleerivaid androgeene. Kui vastsündinul moodustab lihasmass keskmiselt 23% kehakaalust, siis 15-aastaselt juba 33%, ulatudes täiskasvanueas meestel 44%-ni. 15 aasta vanusest alates on noormeestel lihasjõu treenitavus tunduvalt parem kui tütarlastel. **Noorukiea kehaline töövõime ja treenitus määravad füüsilise küpsuse ja kehalise töövõime täiseas.** Kui keskeas alguse saav füüsiliste võimete languskõver jääb edaspidi muutumatuks, siis mida kõrgemalt tasemelt ta algab, seda kauem aega kulub võimete kriitilise languseni. Tähtis järeldus on, et noorukieas otstarbekalt korraldatud süstemaatiline kehaline tegevus ja treening pidurdavad taandarenemisprotsessi kogu eluea jooksul. Kõige soodsam variant on aga füüsilise küpsuse ja töövõime kõrgtaseme saavutamine noores eas, millele järgneb tänu säilitatud kehalisele aktiivsusele aeglustunud taandarenemine (Viru jt., 1987; Raudsepp, Viru, 1996).

Erinevate kehaliste võimete arendamine noorukieas

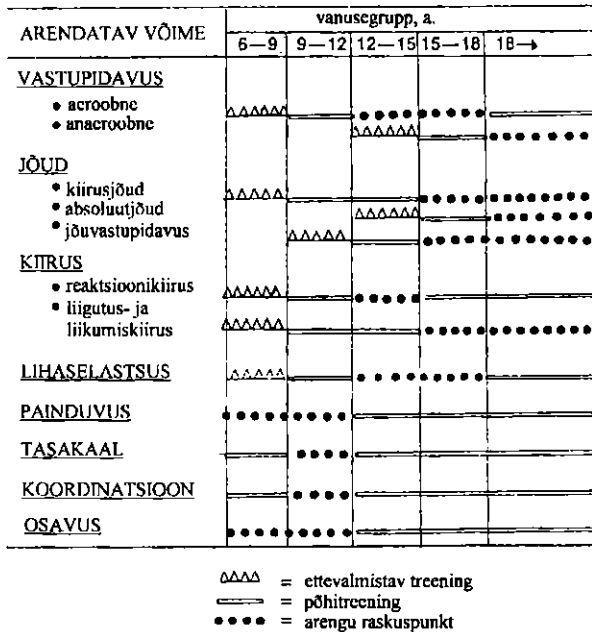
Kehaliste võimete arendamise sensitiivsed perioodid

Kehaliste võimete arendatavus noorukieas sõltub sensitiivsetest perioodidest, millal võimalused ühe või teise kehalise võime arendamiseks on kõige soodsamad. Kehaliste harjutuste ja treeningu mõju realiseerub füsioloogiliste ja sotsiaalsete faktorite optimaalsel koosmõjul. Soome sporditeadlased (Kantola, Rusko, 1984) on oma uurimistulemuste ja kirjanduse analüüsi põhjal välja töötanud kehaliste võimete arendatavuse ja sensitiivsete perioodide põhimõttelise skeemi (joonis 37), jagades kogu soodsa perioodi kahte ossa:

- 1) ettevalmistava eeltreeningu periood;
- 2) põhitreeningu periood, milles omakorda eristub arendatavuse kõrgr periood.

Skeemis esitatud keskmised näitajad kehtivad põhjamaalastest soomlaste, seega suure tõenäosusega ka eesti noorte kohta. Igal konkreetsel juhul ja eelkõige soost lähtuvalt võivad erinevused arengukiiruses, mille aluseks on bioloogiline ja suguline küpsemine, tingida skeemil nihkeid horisontaalsuunas.

Nihked **aktsele ratsiooni** poole võivad näiteks poistel mõjutada jõu- ja kiirusomaduste soodusarengut varasemas eas rohkem kui tütarlastel, mõjutamata samal



Joonis 37. Kehaliste võimete arendatavus noorukieas (Kantola, Rusko, 1984).

ajal oluliselt vastupidavuse arendatavuse kõrgperioodi ilmnemist. **Retardantidel** e. hilisarenguga noorukitel nihkub kehaliste põhivõimete (jõud, kiirus, vastupidavus) arengu kiirendus aga keskmisest hilisemasse vanuseperioodi.

Osavuse, koordinatsiooni, tasakaalu ja painduvusomaduste arenguks soodsamad tingimused avalduvad hilisematel aktselerantidel, keskmise arengukiirusega lastel ja retardantidel aga enam-vähem samas eas — 6–12-aastaselt, kui arengukiiruse erinevused ei ilmne veel nii drastiliselt kui murdeeas.

Lihaseelastsuse arendamiseks on kõige soodsam iga 12–18 aastat — lihaskasvu ja koos sellega tema kontraktiilsuse ja lõdvestusomaduste arengu kõrgperiood (Klimt, 1989).

Lihaskasvu arendamise võimalused sõltuvad lihaste ja neid juhtivate närvikeskuste ning endokriinnäärmete arengust. Kuni 6. eluaastani kulgevad morfoloogilised muutused lihastes aeglaselt. Seejärel tekivad lihaste struktuuris mitmed kvalitatiivsed muutused — suureneb müofibrillide kontraktsioonivõime, lihaskiud jäävad siiski veel valguvaeseks ja veerikkaks. Lihaskiud paksenevad hoogsalt alles alates 12. eluaastast. Tütarlastel lõpeb lihaste arenemine praktiliselt sugulise küpsemise perioodil ja lihaskiude osa kehakaalust stabiliseerub 30–35% tasemele.

Sugupoolte tuntavad erinevused lihaste arenemises tekivad puberteedieas androgeensete hormoonide erineva tootmise tõttu. Poeglastel sünteesitakse neid munandites ja neerupealiste koores, tütarlastel aga väikeses koguses ainult neerupealiste koores, sellest ka lihaskiude erinevus.

Et jõumaduste ulatuslik arendamine on võimalik lihashüpertroofia kaudu, siis ekvivalentsed eduvõimalused suurt lihasjõudu nõudvatel spordialadel alles vanemas koolieas. Koos jõuharjutustega tuleb tingimata pöörata tähelepanu venitusharjutustele ja lihaste elastsusomadusi vajava kiirusjõu arendamisele. Eri spordialade nõuded ja nõju harrastaja kehaliste võimete arengule on väga mitmekesine (tabel 41).

Tabel 41. Spordialade mõju harrastaja kehaliste võimete arengule (Viru, 1990).

kergejõustik:	
○ 100, 200 m jooks	kiirus, kiirusjõud, kiirusvastupidavus, jõuvastupidavus
○ 400, 800, 1500 m jooks	kiirusvastupidavus, jõuvastupidavus, kiirus, püsiseisundi vastupidavus
○ 3000, 5000, 10000 m jooks	kiirusvastupidavus, püsiseisundi vastupidavus, põhivastupidavus
○ maratonijooks	püsiseisundi vastupidavus, põhivastupidavus
○ tõkkejooks	kiirus, kiirusjõud, painduvus, osavus
○ hüpped	kiirusjõud, kiirus
○ heited	kiirusjõud, põhijõud
murdmaasuusatamine	põhivastupidavus, piiriseisundi vastupidavus, jõuvastupidavus, kiirusvastupidavus
sõudmine	jõuvastupidavus, kiirusvastupidavus, põhijõud, piiriseisundi vastupidavus
sportmängud	osavus, kiirus, kiirusvastupidavus, põhivastupidavus
maadlus	osavus, kiirusjõud, põhijõud, kiirusvastupidavus, jõuvastupidavus, põhivastupidavus
tõstmine	absoluutjõud, kiirusjõud, põhijõud
iluvõimlemine	osavus, painduvus
sportvõimlemine	osavus, põhijõud, painduvus
ujumine:	
○ 100, 200 m	kiirusvastupidavus, kiirusjõud, jõuvastupidavus
○ 400, 800, 1500 m	kiirusvastupidavus, jõuvastupidavus, piiriseisundi vastupidavus

Jõud

Jõutreeningu põhiprintsiibid

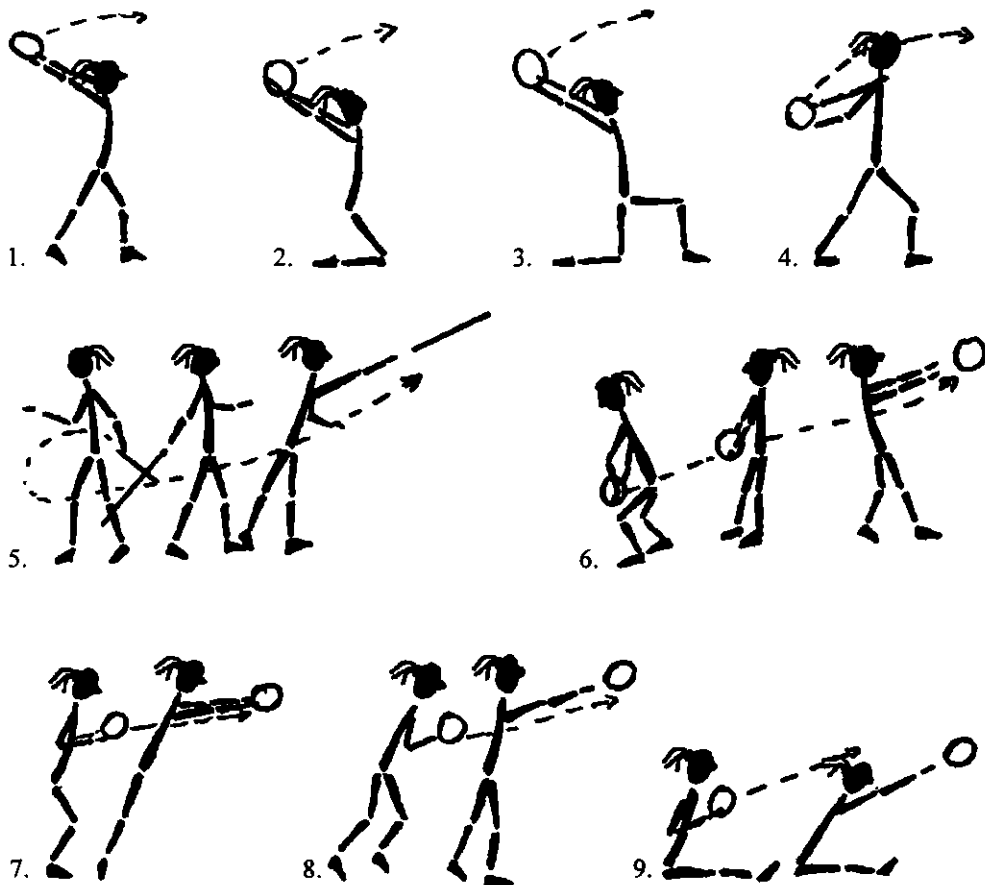
Jõutreeningu põhiprintsiibiks noorukitel on üldjõu e. põhijõu eelisarendamine, sest see on hilisema spetsiaalse jõutreeningu aluseks. Harjutusskeemi valikul tuleb lähtuda ärgmistest kriteeriumidest:

- alustada kerelihaste e. selja- ja kõhulihaste arendamisest;
- lisada käte ja õlavöö lihaseid arendavad harjutused;
- seejärel kasutada jalgade sirutaja- ja painutajalihaseid arendavaid harjutusi.

Eelistatud on harjutused oma kehakaalu ületamisega, harjutused kaaslasega ja seejärel harjutused lisavahenditega: topispallidega, jõupinkidel, trenaažööridel ja tõstekangiga.

Jõutreeningu mitmekesistamiseks ja tunni tiheduse tõstmiseks soovitatakse **ring-treeningut** e. reglementeeritud jõuharjutuste ringsüsteemi eri variantide kasutamist.

Toome näiteks **heitevõime arendamise** harjutusi (joonis 38), mis sisaldavad heiteid mitmesugustest lähteasenditest kaugusele, kõrgusele, täpsusele eri heitevahenditega — topispallid, kuulid, kivid jne.



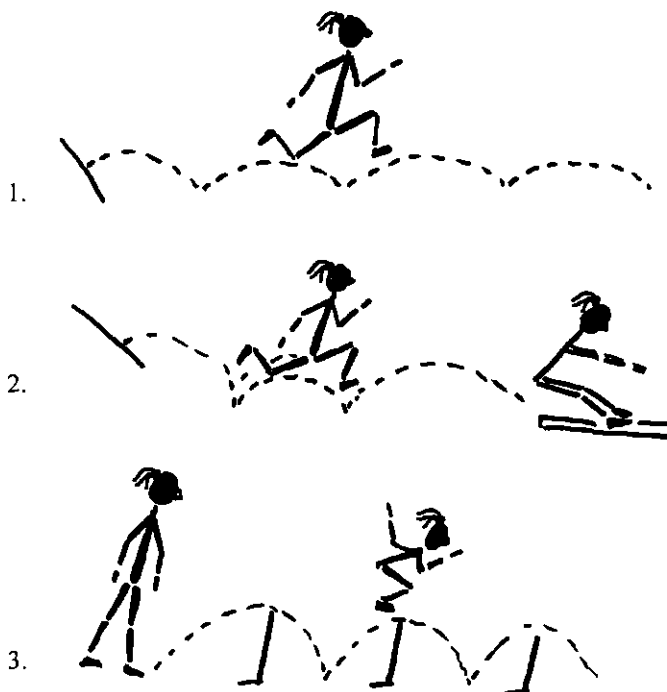
Joonis 38. Heitevõime arendamise harjutused.

Heitevõime arendamine

Mitmeviisilised (kaugusele, kõrgusele, täpsusele) topispallide, kuulide, kivide, torujuppide, puuhalgude heitmine. Treeningul 4–5 heidet, 2–5 ringi. Kestus 10–20 minutit.

Hüppevõime arendamise harjutused (joonis 39) sisaldavad hüppeid jalalt jalale, ühel jalal, vahelduvalt kaks hüpet paremal ja kaks vasakul jalal, läbides ühes hüppe-seerias 20–30 m 10–15 hüppega.

Paigaltkolmik- või viisikhüppe sooritamiseks on soovitatavad pehme tallaga spordijalatsid või pehme, vetruv pinnas. Äratõugete arv ühel treeningul 50–100; hüppeharjutuste bloki sooritamise kestus 10–15 minutit.



Joonis 39. Hüppevõime arendamise harjutused.

Hüppevõime arendamine

1. Seeriahüpped: jalalt jalale, ühel jalal, vahelduvalt kaks paremal ja kaks vasakul jalal (20–30 m või 10–15 hüpet).
2. Paigaltkolmik- või viisikhüppe.
3. Hüpped üle madalamate tõkete, looduslike takistuste (ühe ja kahe jala tõukega). Äratõugete arv treeningul 50–100, kestus 10–15 minutit.

Jõutreeningu iseärasused sõltuvalt kehalisest arengust

Süsteemaatiline ja eesmärgipärane jõuomaduste arendamine noorsportlastel tuleb kõne alla 15–16 aasta vanusest alates. Selle näitena toome jõuharjutuste doseerimise skeemi noorsportlastele (tabel 42).

Nooremas koolieas ja esialgse sportliku ettevalmistuse käigus tuleb jõu arendamiseks eelistada võimlemis- ja akrobaatikaharjutusi. Hoiduda tuleks eriti suure lihase-

Tabel 42. Näiteid jõuharjutuste doseerimisest meessoost noorsportlastel (Filin, Fomin, 1980).

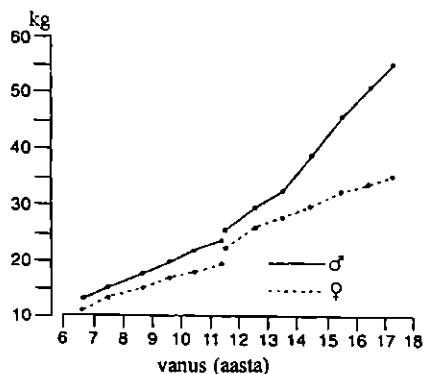
harjutus	15–16-aastased			17–18-aastased		
	koormis	seeriade arv treeningul	korduste arv seerias	koormis	seeriade arv treeningul	korduste arv seerias
hantlitega	kuni 5 kg	7–8	10–12	kuni 10 kg	6–8	10–12
liivakotiga	kuni 25 kg	7–8	10–12	kuni 30 kg	6–8	10–12
sangpommiga	kuni 24 kg	3	10–12	kuni 32 kg	3–4	10–12
kangiga (raskus %-des kehakaalust)						
○ töukamine	kuni 80%	2–3	4–6	kuni 120%	2–3	2–3
○ rebimine	kuni 50%	2–3	4–6	kuni 100%	2–3	4–6
○ surumine	kuni 50%	2–3	4–6	kuni 100%	2–3	4–6
○ kükid, kang õlgadel	kuni 100%	2–3	4–6	kuni 120%	2–3	2–4
○ hüplemine, kang õlgadel	kuni 50%	2–3	40–50	kuni 80%	2–3	40–60
○ üleshüpped kükist, kang õlgadel	kuni 30%	2–3	8–10	kuni 50%	2–3	4–6

pinge rakendusest, hingamispeetusest ja kestvatest ponnistustest, kuid see-eest on liigutuste teostamisel otstarbekas püüda saavutada suuremat kiirust. Koormis ei tohi olla üle ühe kolmandiku kehakaalust 8–10-aastastel ja üle poole kehakaalust 12–13-aastastel. Soovitatakse sooritada 1–3 jõuharjutuste seeriat, seerias 8–10 kordust. Peatahelepanu tuleb koondada lastel kõige vähem arenenud lihaste — kõhu-, selja-, vaagnapõhja-, õlavöö ja reie tagapinna lihaste arenemisele. Kasvu kiirenemise perioodil tuleb hoiduda liigeste ja seljalihaste tugevast koormamisest.

Juba alates 10–12 aasta vanusest võib ettevaatlikult kasutada sügavushüppeid madalamalt kõrgusastangutelt koos järgneva üleshüppega.

Tütarlastel on jõunäitajate sihipärasest arendamisest sobiv alustada pärast puberteedi-aegset kasvuspurti keskmiselt 13 aasta vanuses enne täielikku sugulist küpsemist. Ka pärast sugulist küpsemist peab tütarlastel jõuharjutuste mahu ja raskuste suurendamisega olema ettevaatlikum kui poistel.

Üldlevinud lihtsa testina on käe dünamomeetria näitajad heas korrelatsioonis keha suuremate lihusrühmade jõunäitajate arenguga noorukieas (joonis 40).



Joonis 40. Käedünamomeetria näitajate areng koolieas (Malina, Bouchard, 1991).

Kiirus

Liikumiskiiruse arendamine

Liigutuste kiiruse ja sageduse arendamiseks on kõige soodsam vanuseperiood 7–11 aastat ja nimetatud võimete maksimaaltase saavutatakse 12.–14. eluaastaks. Lihaskontraktsiooni kiirus areneb edasi kuni 15 aasta vanuseni. Liikumiskiiruse arendamine hilisemas noorukieas ja täiskasvanuna on võimalik põhiliselt kiirusjõu suurendamise kaudu.

Efektiivseteks kiiruse arendamise vahenditeks on liikumismängud ja sportmängud, lühikesed spurdid, teatejooksud, hüpped, võimlemis- ja akrobaatikaharjutused. Harjutuste sooritamisel tuleb panna pearõhk liigutuste **tempo** tõstmisele, hoidudes suurtest jõurakendustest, püüdes säilitada vaba ja ulatuslikku liigutusamplituudi ja lõdvestust liigutust mitteteostavates lihastes.

Liikumiskiirus suureneb noorukitel treeninguid alustades küllaltki oluliselt, hiljem kiiruse juurdekasv väheneb ja kujuneb välja isikupärane kiirusebarjäär. Kiiruse edasine arenemine saab toimuda kiirusjõu arenemise kaudu. Harjutused tuleb valida, arvestades seaduspära, et kiirusjõud areneb kõige paremini suhteliselt suure vastupanu ületamisel kiirete liigutustega, kusjuures harjutuste sooritamisel on korduste arv väike.

Kiirusharjutustele esitatavad põhinõuded

1. Kiirusharjutused peavad põhinema varem hästi omandatud liigutustel.
2. Nende kestus ei tohi viia kiiruse langusele harjutuse lõpul.
3. Korduste käigus ei tohi kiirus langeda.
4. Puhkeintervallid korduste vahel peavad tagama täieliku taastumise ja valmisoleku uueks pingutuseks (Zatsiorski, 1970).

Jooksukiiruse arendamine treeningtunnis vajab eeltööna:

- erialast soojendust (vt. joonis 57);
- üldarendavate harjutuste (vt. joonis 58) või jooksuharjutuste tsükli (vt. joonis 59) sooritamist, et valmistada siseorganid ja lihased ette spetsiifiliseks kiirustööks.

Põhiliseks kiirusharjutuste sooritamise meetodiks on **kordusmeetod**, mida täiendab intervallsprint, s.o. lühikeste spurtide reeglipärane vaheldumine sõrkjooksu või kõnniga. Maksimaalse kiirusega sooritatud harjutuste kordamisel 5–10 korda peab puhkeintervall ulatuma 4–6 minutini.

Sprindikiiruse arendamiseks soovitakse kiirendusjooksu 50–100 m; jooksu laugel allamäel või kallakrajal koos kiiruse (sammude sageduse) säilitamisega üleminekul tasapinnale; lähtejookse maksimumilähedase kiirusega, sama koos partneriga, etteandega lähte- ja teatejookse, lendlähtest jookse.

Vastupidavus

Aeroobvastupidavuse arendamine

Vastupidavuse arendamise võimalusi piiritlevad eelkoolieas ja nooremas koolieas vereringe ja ainevahetuse iseärasused. Tuleb arvestada, et lapse ainevahetusele on omane koevalkude intensiivne süntees, mis nõuab suuri energiakulutusi ja seetõttu vähenevad kestva lihastöö energiaga varustamise võimalused. Laste ja noorukite lihastööle on iseloomulik suhteliselt madal mehhaaniline ja metaboolne kasutegur, järelkult kulutab lapse organism sama tööhulga teostamiseks rohkem energiat ja hapnikku. Alles 11–16 aasta vanuses ilmneb oksüdatsiooniprotsesse limiteerivate mitokondriaalsete ensüümide aktiivsuse suurenemine (Bar-Or, 1983).

Aeroobvastupidavuse arendamise põhivahendiks on **kestusharjutused**. Üldise vastupidavuse arendamise optimaalseks alguseks peetakse vanust 9–10 eluaastat.

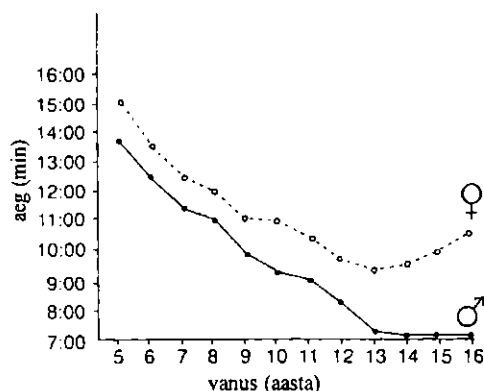
Vastupidavuse arendamise iseärasused sõltuvalt kehalisest arengust

Nooremas koolieas (7–11-a.) on võimalik täiustada südame-vereringe- ja hingamis-süsteemi funktsiooni ning suurendada aeroobset võimekust. Optimaalne oleks tegelda võimalikult paljude vastupidavust arendavate aladega: jooks, suusatamine, pallimängud, ujumine, üldkehaline ettevalmistus. Laste üldise arengu seisukohalt on mängumeetod kõige vastuvõetavam. Tähtis on summaarne ajaline liikumisaktiivsus.

Keskmist kooliiga (12–15-a.) iseloomustab organismi tormiline areng ja kasvamine, see langeb kokku puberteedieaga. Uuringud näitavad, et bioloogilise kohanemisvõime kulminatsioonipunkt organismi arengus langeb suguküpsuse saavutamise perioodi. Seoses kasvuspurdiga halveneb tunduvalt uute liigutusvilumuste omandamine ja kinnistumine, samuti kulub intensiivse kasvu perioodil rohkem aega täielikuks koormusejärgseks taastumiseks. Tüdrukutel täheldatakse vastupidavusomaduste suuremat tõusu 10–13 aasta vanuses, hilisemas eas võivad mõned vastupidavusnäitajad isegi halveneda (joonis 41). Poistel toimub esimene intensiivne vastupidavuse kasv 13–14 aasta, teine 16–17 aasta vanuses.

Intervalltreeningu kasutamisel peavad puhkepausid olema tingimata pikad, lõiku-de maht väike. Lihaste lokaalse jõuvastupidavuse arendamise parimad võimalused on 12–15 aasta vanuses.

Vanemas koolieas (16–18-a.) võib alustada spetsiaalvastupidavuse treeninguga. Sel perioodil lõpeb enamikul juhtudel organismi vegetatiivsete funktsioonide areng ja võib öelda, et nooruki organism on lähedane täiskasvanu omale. Püsiseisundi liikumiskiiruse tõstmise kõrval tõusevad esiplaanile segarežiimi (murdmaasuusatajad, pikamaajooksjad) või anaeroobse-glükolüütilise (keskmaajooksjad) suunitlusega



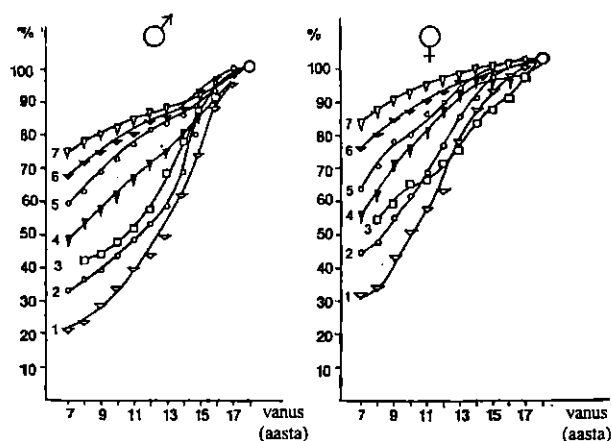
Joonis 41. 1-miilise (1608 m) distantssi läbimise aeg lastel ja noorukitel (Rowland, 1990).

treeninguvahendid. Et selles eas võib suureneدا tunduvalt nii spetsiaalharjutuste maht kui ka kestus, on vaja pöörata rohkem tähelepanu venitusharjutustele ja täisväärtuslikule taastumisele harjutuskordade vahel.

Joonisel 42 on toodud jõu, kiiruse ja vastupidavuse eadünaamika Tallinna õpilastel.

Kokkuvõtteks võib öelda, et kehaliste võimete ja eriti vastupidavuse efektiivset arengut koolieas ning ka hiljem, täiskasvanuna, takistavad järgmised tegurid:

- laste liikumisvaegus eelkoolieas;
- vähene tähelepanu vastupidavuse üldise baasi väljaarendamisele koolieas;
- võimete mitmekülgse ja tasakaalustatud arendamise printsiibi eiramine.



Joonis 42. Jõu, kiiruse ja vastupidavuse eadünaamika Tallinna kooliõpilastel – näitajate tase protsentides 18-aastase nivoost: 1 – jõud, 2 – maksimaalne hingamisvõimsus, 3 – maksimaalne hapnikutarbimine (l/min), 4 – kiirusjõud (kaugus- ja kõrgushüpe), 5 – liigutuste kiirus, 6 – lühimaajooksu kiirus, 7 – keskmaajooksu kiirus (Silla, Teoste, 1989).

Vajaliku treeningukoormuse arvutamine

Treeningu efektiivsuse tagab koormuste õige maht ja intensiivsus ning täiväärtuslik taastumine. Vajaliku treeningukoormuse arvutamine toimub senini üldise kehalise koormustaluvuse alusel. Selline metoodika arvestab ainult südame-hingamissüsteemi funktsionaalset võimekust ja sobib keskeas täiskasvanutele. Noortel südame- ja hingamissüsteemi haigusi mittepõdevatel inimestel, eriti aga noorukieas sõltub kehalise koormuse taluvus eeskätt liikumis- ja tugiaparaadi vastupidavusest. Treeningukoormuse määramisel noorukitele tuleb arvestada eeskätt piirangutega, mida seab skeletisüsteem.

Treeningukoormuse intensiivsuse määramisel tuleb silmas pidada, lähtudes üldisest aeroobsest kehalisest töövõimest, et hästi treenitud isikutel võib treeningu intensiivsus olla 70–80% üldisest aeroobsest koormustaluvusest, vähese töövõimega isikuil aga 40–60%, nendel võib kehaline pingutus vaid lühikest aega ulatuda kuni 70–80%-ni maksimaalsest aeroobsest töövõimest. Treeningukoormuse vajalik efektiivne intensiivsus arvutatakse kas metaboolsete ühikute (MET) alusel või pulsisageduse järgi.

Treeningukoormuse arvutamine metaboolsete ühikute (MET) alusel

Näide. Testitud koormustaluvus on 8 MET-d. Vajalik treeningukoormus oleks 60% maksimaalsest. Treeningukoormus $60\% = 0,6 \times 8 = 4,8$ MET-d. Kui optimaalne koormusintensiivsus treeningu ajal oleks 70%, siis $0,7 \times 8 = 5,6$ MET-d.

Tabelis 43 on toodud keskmised treeningukoormused vastavalt individuaalsele koormustaluvusele.

Tabel 43. Keskmine treeningukoormus sõltuvalt individuaalsest koormustaluvusest (MET).

	maksimaalne individuaalne koormustaluvus (MET)									
	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
treeningu keskmine intensiivsus (MET)	1,9	2,6	3,3	4,0	4,7	5,4	6,2	7	11,25	16

Kehaliste tegevuste puhul, mille intensiivsus treeningu ajal pidevalt muutub (tantsimine, jalgpall, võrkpall jt.), hinnatakse treeningu intensiivsust koormuse keskmise intensiivsuse järgi, mis on toodud tabelis 44. Koormuse intensiivsus on lubatud keskmisest intensiivsusest $\pm 1,5$ MET-d. Näiteks korvpalli meeskonnamängu koormuse keskmine intensiivsus on 8,3 MET-d. Treeningukoormuse intensiivsus võib olla 7–10–12 MET-d.

spordiala	keskmine	m – M
korvpall		
○ meeskonnamäng	8,3	7–12+
○ individuaalmäng	–	3–9
piljard	2,5	–
mägimatkad	7,2	5–10+
vibulaskmine	3,9	3–4
sulgpall	5,8	4–9+
rattasõit		
○ oma vaba tempoga	–	3–8+
○ 10 km/h	7,0	–
tantsimine		
○ peol jne.	–	3,7–7,4
○ aeroobika	–	6–9
vehklemine	–	6–10+
ameerika jalgpall	7,9	6–10
golf	–	2–3
võrkpall	–	8–12+
jalgsimatk	–	3–7
ratsutamine		
○ galopp	8,2	–
○ traav	6,6	–
○ kõnd	2,4	–
judo	13,5	–
hüppenõõriga hüppamine		
○ 60–80 hüpet/min	9	–
○ 120–140 hüpet/min	–	11–12
jooksmine		
○ tempoga 12 min 1 miil	8,7	–
○ tempoga 11 min 1 miil	9,4	–
○ tempoga 10 min 1 miil	10,2	–
○ tempoga 9 min 1 miil	11,2	–
○ tempoga 8 min 1 miil	12,5	–
○ tempoga 7 min 1 miil	14,1	–
○ tempoga 6 min 1 miil	16,3	–
purjetamine	–	2–5
käimine	–	2–3
uisutamine (uiskudega, rulluisukudega)	–	5–8
suusatamine		
○ maastikul	–	5–8
○ kõrgmäestikus	–	6–12+
veesusatamine	–	5–7
kelgutamine	–	4–8
jalgpall	–	5–12+
squash	–	8–12+
lumelaud	9,9	7–14
ujumine	–	4–8+
lauatennis	4,1	3–5
tennis	6,5	4–9+
võrkpall	–	3–6

Tabel 44. Individuaalne energia-
vajadus (MET) eri spordialadel
(ACSP, 1980).

Treeningukoormuse määramine südame löögisageduse alusel

Esmalt leitakse südame funktsionaalne reserv: maksimaalsest pulsisagedusest lahutatakse pulsisagedus puhkeolekus. Pulsi funktsionaalsest reservist arvutatakse koormuse intensiivsusele (nt. 60%) vastav lubatud pulsi kiirenemine ja liidetakse puhkeoleku pulsisagedusele.

Näiteks kui maksimaalne pulsisagedus koormusel on 200 lööki/min, puhkeolekus on pulsisagedus 88 lööki/min, reserv on 112 lööki. 60% 112-st on 67 lööki/min. Treeningupulsi sagedus on $(88 + 67) = 155$ lööki/min.

Hästitreenitutel, eriti aga bradükardiasse kalduvatel noorukitel on treeningukoormuse hindamine pulsisageduse järgi ületreeningu ohu tõttu hädavajalik.

Treeningukoormuse arvutamine subjektiivse väsimuse järgi

Lastel ja noorukitel, eriti kehaliselt vähearenenutel on väike pulsireserv. Pulsisagedus tõuseb kiiresti maksimaalseni juba väikese kehalise koormuse ajal. Pulsisagedus koormusel vahemikus 20–75% maksimaalsest oluliselt ei erine, seetõttu on pulsisageduse järgi koormuse lubatud intensiivsust raske määrata. Väheste kehaliste võimetega lastel ei ole lubatud tugev väsimine treeningu ajal. Nendel on õigem orienteeruda Borgi skaala väsimuse kriteeriumi järgi ja vastavalt sellele leida koormuse ajal vajalik pulsisagedus.

Submaksimaalsele väsimusastmele (väsimusaste 16 Borgi skaala järgi) vastavast pulsisagedusest arvutatakse 60%, mis on treeningu ajal pulsisageduseks. Ka sobib neile koormuse vajaliku intensiivsuse arvutamiseks MET-de meetod.

Vastupidavustreeningu ajal vajaliku liikumiskiiruse leidmiseks võib kasutada Hollmanni, Hettingeri (1990) tabelit (tabel 45).

Tabel 45. Vastupidavustreeninguks vajaliku liikumiskiiruse leidmine veloergomeetrilise koormustesti alusel (Hollmann, Hettinger, 1990).

koormuse võimsus (W)	keha mass (kg)					
	50	60	70	80	90	100
	1000 m läbimiskiirus (min)					
75	8	9	10	–	–	–
100	7	8	9	10	–	–
125	6	7	8	9	10	–
150	5	6	7	8	8,5	9
175	4,5	5,5	6	7	7,5	8
200	4	4,5	5	6	6,5	7

Koormuse intensiivsuse kontroll kehalise kasvatus tunni ajal

Kehalise koormuse intensiivsuse kontroll treeningtunni ajal on eriti vajalik nõrkade, piiratud kehaliste võimetega noorukite puhul koormuse tegeliku intensiivsuse ja mõju hindamiseks. Et koormuse sooritamine sõltub suuresti inimese tahtest ja suhtumisest, on alakoormus spordis negativistlikult suhtuvate noorukite puhul alati võimalik. Teiselt poolt võib suhteliselt väikese intensiivsusega koormus osutuda üle jõu käivaks ja nooruki kaebused põhjendatuks. Koormuse intensiivsuse kontrollimiseks tuleb hinnata pulsisagedust dünaamiliselt kogu treeningu vältel. Pulsisageduse hindamiseks kasutatakse pulsitesterit. Selle puudumisel tuleb lugeda pulsisagedust treeningu vältel korduvalt 10 sekundi vältel. Saadud tulemi alusel arvutatakse pulsisagedus 1 minutis.

Pulsisagedust määratakse treeningu järgmistel etappidel:

- enne koormust (treeningu algust);
- koormuse sissejuhatava (soojendus)osa lõpul;
- treeningu põhikoormuse ajal kolm korda, sealjuures üks kord pärast kõige intensiivsemat koormust. Lisaks määratakse stopperiga iga koormuse kestus. Kui lapsel on mingi koormuse sooritamise ajal kaebusi, siis tuleb pulsisagedust lugeda ka taastumisperioodil. Taastumisaajaks peetakse olenevalt koormuse intensiivsusest 3–10 minutit. Seega tuleb pulssi lugeda vahetult pärast koormust ja 5.–10. taastumisminutil.

Hinnatakse järgmisi parameetreid.

1. Keskmine pulsisagedus koormuse (treeningu) ajal (P_k) — kõik pulsisagedused liidetakse ja jagatakse määramiskordade arvuga. Keskmist pulsisagedust võrreldakse Borgi skaala või teistel meetoditel arvatud pulsisagedusega.
2. Summaarne pulsisagedus (PS), mis iseloomustab üldist kehalist koormust harjutuste ajal:
 $P_k \times \text{koormuse kestus}$.
3. Harjutuste intensiivsuse indeks (U):
 $U = P_k / P$ enne koormust.
4. Taastumispulsi sagedus viiendal taastumisminutil (hindamisskaalalt vt. pulsisageduse hindamine).
5. Maksimaalne pulsisagedus treeningu ajal, mis annab ettekujutuse kõige raskemate harjutuste mõjust organismile.

Üldhinnang treeningu mõju kohta antakse kahe variandina:

- soodne,
- ebasoodne.

Ebasoodsa mõju puhul on vajalik anda täpsustavad suunised treeningu iseloomu muutmiseks.

Ülekoormusesündroomid noorukieas

Ülekoormusesündroomide klassifikatsioon ja tekkepõhjused

Kui stress ületab organi funktsionaalse reservi, tekib organisüsteemi kahjustus ülekoormusest. Ülekoormusekahjustusi jaotatakse:

- 1) ülepingutus, mis tekib pärast ühekordset tugevat pingutust;
- 2) ülekoormus, mis tekib mingi organisüsteemi või organi kestva liigkoormuse järel;
- 3) ületreening, mis kutsub esile üldise objektiivse väsimuse tekke ja koordinatsioonihäired;
- 4) üleväsimus, mis on psüühilist päritolu, väljendub tühimuses, ükskõiksuses, tähelepanu languses.

Ülekoormusesündroomid võivad tekkida igas vanuses nii süstemaatiliselt treeninguga tegelejatel kui ka kehaliselt väheaktiivsetel isikutel, kui koormus ületab organisüsteemi koormustaluvuse piiri. Eriti suur eelsoodumus ülekoormuse tekkeks on funktsionaalselt ebastabiilsetel eluperioodidel.

Lapseeas, kus lihasmass on vähe arenenud ja laps oma füsioloogiliste iseärasuste tõttu ei ole võimeline pikaajaliseks pingutuseks, on ülekoormuse oht väike.

Noorukieas tekib kehalisel pingutusel kõige sagedamini ülekoormus kahes organisüsteemis:

- 1) skeletisüsteemis;
- 2) südame-vereringesüsteemis.

Noorukieas on eriti ohustatud skeletisüsteem, sest oht ületada liigeste ja liigesesidemete koormustaluvuse piir on suhteliselt hästi arenenud lihaskonna tõttu suur. Skeletisüsteemi passiivse osa (kõõlused, sidemed, kõhred) kohanemine suurenenud koormusega ja koormustaluvuse tõus toimub tunduvalt aeglasemalt kui lihastel. Tugi- ja liikumissüsteemi ülekoormuse ohtlikkus seisneb selles, et orgaanilised muutused kujunevad välja sageli märkamatult pikema aja vältel, kliiniline sümptomatoloogia avaldub aga alles hilisstaadiumis.

Liikumis- ja tugiaparaadi ülekoormus ning sporditraumad

Liikumis- ja tugiaparaadi ülekoormusesündroomid avalduvad järgmiste kliiniliste vormidena.

1. Ülepingutus, mis tekib kiiresti pärast ühekordse suure pingutuse lõppemist. Kliiniliselt avaldub see lihaste või kõõlustupe põletikus, mis paraneb kiiresti, kui lihasele võimaldatakse puhkust.

2. Ülekoormus, mis tekib skeletisüsteemi ühe piirkonna korduva kestva koormustaluvust ületava koormuse puhul. Tulemuseks on periostaalsed reaktsioonid, tendopaatia jms.
3. Krooniline mikrotrauma. Korduvad mehhaanilised mõjustused põhjustavad kudesde orgaanilisi muutusi, näiteks kõhre erosiooni, mis on hilisema kondropaatia põhjuseks.

Liikumisaparaadi häirete tekke eelsoodumused:

- 1) anatoomiline arengudefekt e. düsplaasia;
- 2) lihaste ja liikumisorganite inertse osa disharmonia;
- 3) lihasjõu asümmeetria.

Senini on pööratud vähe tähelepanu noorukite skeleti ja liikumisorganite kroonilise ülekoormuse esmassümptomitele, ülekoormuse kahjustavale mõjule ja sellest tulenevatele tagajärgedele hilisemates eluperioodides (Orava, Saarela, 1978).

Maiste, Matsini (1998) andmetel on 15-aastastest poistest liigesvalusid 13,6%-l, kusjuures valud on oluliselt sagedamini sporditreeninguga tegelevatel poistel. Treeningu intensiivsus ja maht kavandatakse tavaliselt südame-vereringe funktsionaalsete testide tulemuste alusel. Tegelikult ei määra noorukieas, eriti kasvuspurdi perioodil, aga ka hiljem, treeningukoormuse piiri kardiovaskulaarsüsteem, vaid tugiaparaadi inertse osa (kõõlused, kõhred, luud, sidemed) funktsionaalne vastupidavus. Ühekülgne ja kehalistele võimetele mittevastav treening koormab liigeseid ja sidemeid ning samal ajal suureneb lihasmass. Lihasmassi suurenemisele kaasub nende puudulik lõõgastumine ja lihastoonuse tõus, sellest omakorda ühelt poolt taastumisprotsesside aeglustumine lihastes, teiselt poolt üldise perifeerse takistuse tõus ja juveniilse hüpertensiooni teke. Passiivselt lühenenud lihasel on eelsoodumus rebendite ja venituste tekkeks koormuse ajal, sest neid koormatakse liigutuste puhul tunduvalt rohkem kui normaalseid lihaseid. Koormus võib ületada lihase koormustaluvuse ja tekib trauma.

Antagonistlike lihaste ühepoolne toonuse tõus põhjustab liigese asendi muutuse, sellest liigesekõhre ülemäärase koormamise, mikrotraumad ja kondropaatia. Pidev lisakoormus kõõluste kinnituskohal soodustab degeneratiivsete muutuste arenemist (tendopaatiaid) ja kõõlusepõletike teket (Micheli, 1983).

Skeletisüsteemi ülekoormuse sümptomatoloogia algstaadiumis

Alguses, eel- e. subkliinilises staadiumis tekivad liikumisel nõrgad valud, mis sageli ei teadvustu valuna, vaid ebamäärase pahaoluna.

Kliinilises algstaadiumis ilmnevad üldised koeväsimusnähud: ebamäärane tunne ülekoormatud piirkonnas, liigutuste täpsuse ja koordineerimise vähenemine, lihasjõu vähenemine. Koemuutuste süvenedes tekib lokaalne valulikkus, mis algul võib olla tajutav liigutuste ajal, hiljem ka puhkeolekus.

Lihaste krooniline ülekoormus põhjustab lihases valupunktide e. *trigger*-valude teket, mis omakorda piirab lihase kontraktsiooni-lõõgastumise funktsiooni. Valu võib

kiirguda naaberpiirkondadesse, kutsudes seal esile uute *trigger*-valupunktide tekke. *Trigger*-valude teket soodustab:

- 1) psüühiline stress;
- 2) lokaalne jahtumine;
- 3) sundasend;
- 4) liigeste vale asend koormuse ajal.

Nimmevalude põhjuseks noorukieas on enamasti vaagna piirkonna lihaste kõrgenenud toonus ja nimmelordoosi korrigeerivate lihaste düsfunktsioon. Sellest tekib vaagnakalde ja nimmelordoosi suurenemine. Viimane suurendab nimme piirkonna lülid vaheliste kõhrede ja ketaste koormust, sellest antud piirkonna mikrotraumatisatsioon ja degeneratiivsed muutused.

Rühihäiretega noorukitel on suurenenud järgmiste vigastuste ja häirete oht:

- 1) hüppeliigese sidemete rebendid;
- 2) põia kiire väsimine;
- 3) valud labajalas, eriti ristivõlvi lamnemise puhul;
- 4) põlavõlvide lamnemine;
- 5) kehalisel koormusel valud hüppeliigeses;
- 6) põia artriit, artroos, põialuude periosteopaatia;
- 7) luude stressmurrud;
- 8) Achilleuse kõõluse vigastused;
- 9) jalaveresoonte spasmid ja lihaste krampid.

Skeletisüsteemi ülekoormuse oht ei ole sugugi kõige suurem vähe liikuvate, piiratud kehaliste võimetega noorukitel. Mitmed autorid (Micheli, 1988, Goldberg, 1995) juhivad tähelepanu sellele, et ülekoormusesündroomidest on eriti ohustatud kehaliselt hästi arenenud, suure hapnikutarbimisega, kuid nõrga liigesaparaadiga aktseleerandid. Goldberg (1995) rõhutab jõutreeningu ebasoodsat mõju hästi arenenud lihaskonnaga, kuid vähese painduvusega noorukitele. **Liigeste hüpermobiilsus** e. ülemäärane liikuvus suurendab ohtu veelgi.

Ebaratsionaalne treening võib osutada kahjustavaks teguriks ja olla hilisema invaliidsuse põhjuseks. Näiteks põlveliigese hüpermobiilsuse puhul suurendab vähegi intensiivsem pikamaajooks oluliselt põlveliigese stressi, mis kandub üle lülisambale. Kui kaasuvad kõhu- ja seljalihaste ebapiisav areng või funktsionaalne düsharmonia ning kehahoiaku häired, kandub jõud põlveliigesest üle nimmepiirkonna lülid vaheliste ketastele. Tagajärjeks on, et pidev treening, mille eesmärgiks oli arendada vastupidavust, muutub hoopis preartrootilist deformatsiooni esile kutsuvaks faktoriks (Strauzenberg, Hannemann, 1990).

Keha maksimaalne sirutus taha võib lülisamba hüpermobiilsuse puhul põhjustada lülisamba kroonilist mikrotraumat kuni stressfraktuurini. Kliiniline sümptomaatoloogia on tavaliselt vähe väljendunud ja avaldub kehahoiaku muutuses. Hiljem aga võivad tekkida spondüloos ja spondülostees. Eriti oluline on liikumisaparaadi eelnev ekspertiis tippporti pürgivate noorukite puhul, kes harjutavad suurte koormustega

(Strauss, 1983). Õigeaegne liigutuste biomehhaanika iseärasuste teadvustamine, funktsionaalsete häirete tekke eelsoodumustega arvestamine, skeletisüsteemi funktsionaalsete võimete optimaalne individualiseeritud arendamine ja tekkinud kahjustuste varajane avastamine on tulevaste heade sporditulemuste eelduseks. Liigutuste biomehhaanika ebasoodsad muutused, mis avalduvad treeningu käigus, viitavad kaudselt tekkinud funktsionaalsetele häiretele ja skeletisüsteemi algavale kahjustusele.

Sporditraumatismi oht suureneb oluliselt noorukieas, eriti kasvuspurdi perioodil. Skeletisüsteemi iseärasuste tundmine ja nendega arvestamine on oluline ka sporditraumade vältimiseks.

Bageni (1980) andmeil on sporditraumatismi 7–8-aastastest ligikaudu 2%-l, 13–14-aastastest 14%-l.

Sporditraumade põhjusi on kahesuguseid (Micheli, 1983).

1. Välised põhjused: kokkupuude teise sportiva inimesega (kokkupõrge), spordivahendiga või mõne muu esemega (löök, surve). Väliste põhjuste vähendamine kehalise kasvatuse parema organiseerimisega ei vähendanud oluliselt sporditraumade hulka noorukieas (Oest, 1983).
2. Sisemised põhjused, millest. Seederi (1995) järgi on olulisimad:
 - mitteküllaldane ettevalmistus;
 - liigutuste biomehhaanilise struktuuri häirumine;
 - kalduvus lihaste ja veresoonte spasmidele;
 - väsimus ja üleväsimus.

Sisemised põhjused tulenevad suurel määral noorukite disharmoonilisest arengust, vastupidavuse ja jõuomaduste tasakaalustamatusest. Liigutuste biomehhaanika muutumise põhjuseks on enamikul juhtudel rühi- ja hoiakuhäired, mis põhjustavad keha raskuskeskme nihkumist. Lihaste ja veresoonte spasmid, mille üheks põhjuseks võib olla Ca^{++} vähene sisaldus toiduratsioonis, kutsuvad esile lihaskimpude koordinatsioonihäireid. Pöiavigastuste teket soodustavaks põhjuseks on ligi 50%-l juhtudest pöia funktsionaalsed häired. Kehaehituse ja liigeste ehituslike iseärasuste tõttu on mõningate spordialade puhul spordivigastuste tekke oht suur. Näiteks põlveliigese hüpermobiilsuse puhul on suur liigesesidemete ja -kõhrede kahjustuse oht, eriti hüpete ajal.

Liikumisorganite ülekoormusesündroomi profülaktika seisneb lihase-liigese normaalse funktsionaalse vahekorra loomises. Tuleb selgitada, millised lihasgrupid on nõrgemalt arenenud, hinnata liigeste funktsionaalset seisundit ja valmistada liigeseid ette järk-järgult tugevamateks koormusteks. Eelkõige on vaja pöörata tähelepanu liigutuste biomehhaanilise struktuurile ja selle häirumise põhjustele, milleks enamikul juhtudel on hoiakuhäired. Nooruki kiirel kasvamisel venitavad kiiresti pikenevad luud liigesekapslit, -sidemeid ja eriti nimme piirkonna fastsiat. Reie tagumiste lihaste ebapiisav lõõgastumine koos nimme piirkonna fastsia venitamisega suurendab lülisamba nimme piirkonna lordoosi. Kehatüve ja vaagna

väärtasakaal kompenseeritakse kumerselgsusega. Lülisamba telje muutumist tuntakse transitoorse ülekasvamise sündroomi nime all, mis lülisamba ülekoormamisel võib üle minna lülikehade orgaanilisteks muutusteks.

Raviks ja lülisamba orgaaniliste muutuste profülaktikaks tuleb vähendada lülisamba koormust harjutuste sooritamisel, venitada nimmefastsiat, tugevdada kõhulihasid ja tugevdada ning venitada reie tagumisi lihaseid.

Vereringesüsteemi ülepingutusesündroom

Südame mõõtmed on 15-aastaselt 90–95% täiskasvanu omadest. Südame remodelatsioon ja deremodulatsioon toimub kogu elu vältel vastavalt hemodünaamilistele nõudmistele. Noorukieas ei ole südamelihase struktuurid, eriti sidekoeline osa, lõplikult välja kujunenud. Noorukitel on sageli kas ühel või mitmel klapil tagasivool e. regurgitatsioon, millel enamikul juhtudel ei ole hemodünaamilist tähendust. Intraventrakulaarse rõhu järsk tõus, eriti jõuvastupidavuskoormuse ajal, suurendab oluliselt koormust paremas südame pooles ja soodustab selle laienemist. Vastupidavustreeningu tulemusena suureneb parasümpaatikuse mõju südamele, südametegevus aeglustub, mahtuvus suureneb. Teatud momendil ületab südame mõõtmete suuremine südame füsioloogiliselt soodsa remodelatsiooni piiri. Eriti ohustatud on südame parem pool (Bell jt., 1986).

Ehhokardiograafilised uuringud olümpiaatleetidel kinnitavad, et nn. sportlase südame väljakujunemine hästi treenitud sportlastel on müüt (Rost jt., 1983, Spirito jt., 1994). Südame suuremine üle füsioloogiliste, antropoloogilistele iseärasustele vastavate piiride on ületreeningu tulemus, mida kliiniliselt tuleb hinnata kui algavat dilatatiivset kardiomiopaatiat.

Südame-veresoonkonna ülepingutusesündroomi teket soodustab:

- 1) treenimine ja võistlemine haigena (viirusinfektsioonid, ülemiste hingamisteede katarrid);
- 2) liiga intensiivne jõuvastupidavustreening noorukieas;
- 3) juveniilsele hüpertensioonile kalduvad noorukid, eriti kui nad tegelevad jõu- või jõuvastupidavustreeninguga;
- 4) toidu ebapiisav valgusisaldus;
- 5) alkoholi tarbimine.

Bouchard jt. (1994) väidavad, et liiga intensiivne või liiga kestav treening, eriti kui see kombineerub ebaadekvaatse toitumisega ja psühholoogilise stressiga, mõjub immuunsupressorina, suureneb vastuvõtlikkus viirus- ja bakterinfektsioonile.

Kehaliselt vähe arenenud noorukitel esineb südame-vereringesüsteemi ülepingutust harva, sest kehalise koormuse ülempiiri limiteerivad liikumisaparaadi nõrgemalt arenenud lülid. Küll võib neil esineda sümpaatiliste-parasümpaatiliste mõjustuste düsbalaans, mistõttu juba minimaalse kehalise koormuse ajal kiireneb pulsisagedus ülemäärase sümpaatilise stimulatsiooni tõttu submaksimaalseni. Noorukid taluvad

ebastabiilset homöostaasi halvasti. Südame pekslemine on koormuse katkestamise põhjuseks, ehkki aeroobne töövõime ei ole tegelikult ammendatud. Sellised noorukid vajavad sümpaatikuse ülemäärase aktiivsuse medikamentooset pidurdamist β -blokaatoritega, mille foonil nende üldine koormustaluvus suureneb. Südame ülekoormusesündroomi neil ei teki.

Südame ülekoormusesündroomist on enam ohustatud hästi arenenud lihas-konnaga, heade kehaliste eeldustega noorukid, kes tegelevad intensiivse kehalise treeninguga. Ülekoormusesündroomi tekke põhjuseks ei ole paljudel juhtudel siiski mitte niivõrd treening ise, v.a. jõutreening, kuivõrd ravimata kroonilised infektsioonikolded, treenimine või võistlemine kliiniliselt vähe väljendunud viirushaiguse ajal.

Ülekoormusesündroomi teket tuleks pidevalt sportliku treeninguga tegeleva noorukil kahtlustada:

- 1) väljendunud bradükardia või tahhükardia tekkimisel;
- 2) koormuse ajal või järel ebasoodsate hemodünaamiliste reaktsioonide ilmne-misel;
- 3) koormuse ajal või puhkeolekus rütmihäirete tekkel;
- 4) südame parema poole õõnte, eriti parema koja laienemise registreerimisel ehk hokardiograafilisel uuringul;
- 5) hemodünaamiliselt olulise regurgitatsiooni ilmumisel trikuspidaal- e. kolme-hõlmase klapi suistikul.

**Valik harjutusi noorukite
kehaliseks arendamiseks**

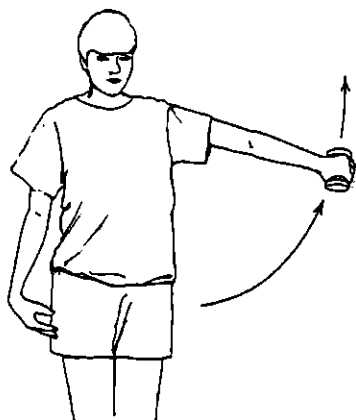
Soovitatav harjutuste programm ettevalmistavaks treeninguks

Noorukid, kelle kehalise töövõime arengupotentsiaal on väike või kes pole varem süstemaatilise kehalise treeninguga tegelnud, samuti need, kes on mitmesugustel põhjustel, näiteks haiguse tõttu, kehalisest treeningust pikemat aega eemal olnud, vajavad enne intensiivsema treeningukoormuse rakendamist ettevalmistavat treeningut. Selle eesmärgid:

- üldise aeroobse töövõime tõstmine;
- adaptatsioonivõime suurendamine keskkonna- ja koormusstressile;
- painduvuse suurendamine;
- painutajate-sirutajate funktsiooni paremustamine ja tasakaalustamine, seega võimalike spordivigastuste profülaktika;
- keha koostise optimeerimine.

Allpool on antud harjutused, mis Goldberg, Pappas, Cummings (1995) on välja töötanud ja soovitanud ettevalmistavaks treeninguks. Samad harjutused sobivad ka intensiivse kehalise treeninguga tegelevate, kuid asümmeetriliselt arenenud lihaskonnaga noorukite kehalise arengu tasakaalustamiseks. Ameerika ortopeedia assotsiatsioon soovitab toodud harjutusi teha 2–3 korda nädalas korraga 20–30 minuti kestel.

Harjutused ülajäsemetele



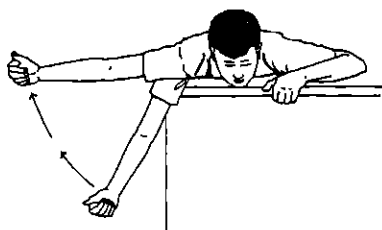
Harjutus 1 (“tühi purk”)

Asend. Sulgseis, käed küünarliigesest sirutatud, põial suunatud alla, käsi viia keskjoonest 30° taha.

Harjutus. Tõsta käsi aeglaselt silmade kõrguseni, hoida 2 sekundit selles asendis ja langeda aeglaselt algseisu.

Kordade arv. Sooritada mõlema käega 3 seeriat, seerias 10 tõstmist.

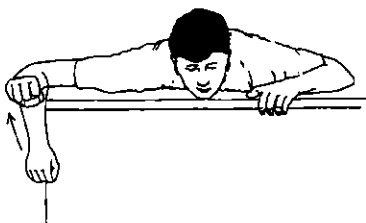
Kui käelihased on piisavalt tugevnenud, võib pihku võtta raskuse ja seda järk-järgult suurendada.

**Harjutus 2**

Asend. Kõhulilamang pingil või laual, käsi vabalt rippes, põial suunatud üles.

Harjutus. Tõsta rippuv käsi silmade tasapinnale, hoida 2 sekundit ja langetada aeglaselt algasendisse.

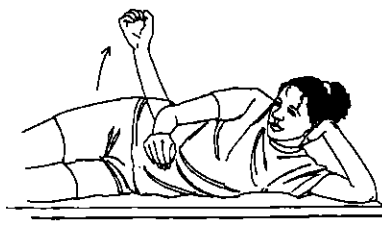
Kordade arv. Sooritada mõlema käega 10 korda.

**Harjutus 3**

Asend. Kõhulilamang, õlaliiges on abductseeritud e. eemaldatud 90° , õlavars ja painutatud küünarliigesega käsivars toetuvad aluspinnale.

Harjutus. Fikseeritud õla- ja küünarliigesega tõsta käsivart üles 90° , hoida selles asendis 2 sekundit ja langetada aeglaselt.

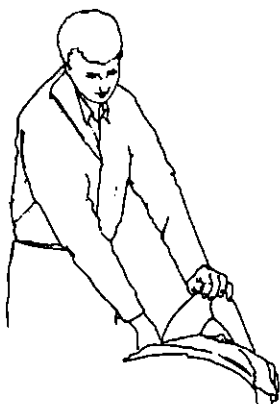
Kordade arv. Sooritada 10 korda mõlema käega.

**Harjutus 4**

Asend. Külililamang harjutust sooritava käe vastasküljel. Harjutust sooritav käsi on küünarliigesest 90° painutatud.

Harjutus. Viia fikseeritud küünarliigesega käsi rotatsiooni suunaga väljapoole, hoida selles asendis 2 sekundit ja käsi aeglaselt langetada.

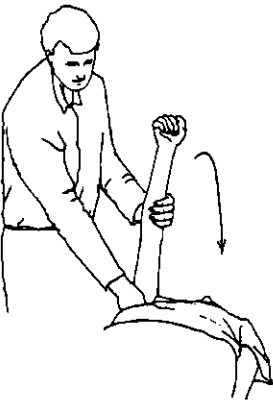
Kordade arv. Sooritada mõlema käega 10 korda. Kui lihased on muutunud tugevamaks, võib harjutust sooritada, hoides käes raskust.

**Harjutus 5 (õlaliigaste e. glenohumeraallihaste venitust)**

Asend. Selililamang. Abistaja fikseerib abaluu vastu rindkeret.

Harjutus. Abistaja surub käsivarre aeglaselt vastu rindkeret ja hoiab selles asendis 5 sekundit.

Kordade arv. Sooritada mõlema käega 10 korda.

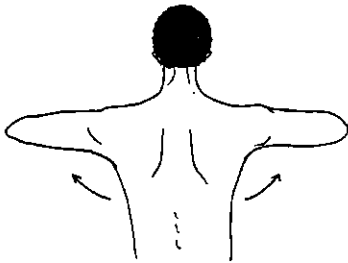


Harjutus 6 (venitus tahapoole e. glenohume-
raallihaste painutus)

Asend. Selililamang, abistaja fikseerib abaluu vastu rindkeret ja hoiab õlavarre keskjoonel.

Harjutus. Viia käsi aeglaselt üle pea vastu alust. Hoida 5 sekundit.

Kordade arv. Sooritada mõlema käega 10 korda.

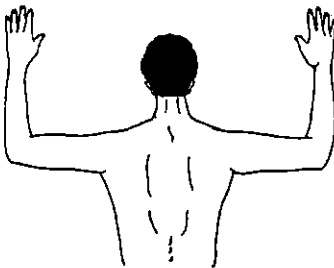
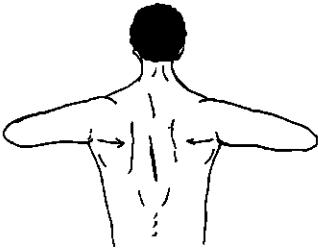


Harjutus 7

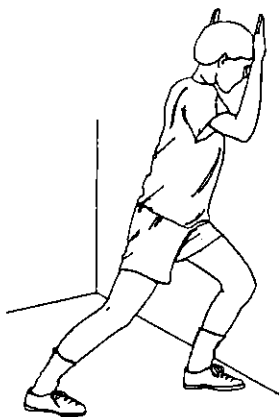
Asend. Istuv asend, käed külgedel, küünarliigesed 90° nurga all painutatud.

Harjutus. Tõsta õlavars õlgade kõrgusele, sirutada end ja lähendada abaluud teineteisele. Siis roteerida õlavarred maksimaalselt taha ja hoida selles asendis 5 sekundit. Viia käed aeglaselt algasendisse.

Kordade arv. Sooritada 25 korda.



Harjutused seljale ja alajäsemetele



Harjutus 8 (säärelihaste e. *m. gastrocnemius*'e - *m. soleus*'e venituseks)

Asend. Sulgseis veidi kaugemal seinast, otsmik, küünarliigesest painutatud käsivarred ja sirutatud labakäed toetuvad vastu seina.

Harjutus. Painutada üks jalg põlvest ja aste ette kuni seinani, teine jalg sirutub põlvest, peab olema tunda kerget pinget sirutatud jala reielihastes. Hoida seda asendit 10 sekundit.

Kordade arv. Sooritada mõlema jalaga 3 seeriat, ühes seerias 10 astumiskorda.

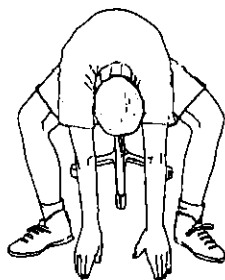


Harjutus 9

Asend. Kõhulilamang, käed sirutatud üles.

Harjutus. Sirutatud kätega tõsta rindkere üles nii kõrgele kui suudad, hoida asendit 3 sekundit.

Kordade arv. Sooritada 10 korda.

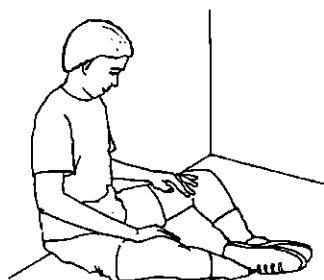


Harjutus 10 (nimme- e. lumbaalsirutuseks)

Asend. Toolil istuv asend, reied sirutatud, roteeritud maksimaalselt väljapoole.

Harjutus. Painutada aeglaselt ja järk-järgult ette, kuni on tunda kerget pinget selja alumises osas. Hoida asendit 10 sekundit.

Kordade arv. Sooritada 10 korda.



Harjutus 11 (reie lähendajalihaste e. aduktorite venituseks)

Asend. Istuv asend, selg toetada vastu seina, jalatallad vastamisi.

Harjutus. Suruda reied õrnalt väljapoole, hoida asendit 30 sekundit, siis lõdvestada jalad.

Kordade arv. Sooritada 10 korda.

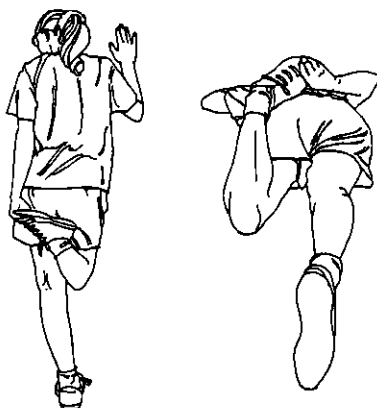


Harjutus 12 (reie painutajalihaste e. fleksorite venitust)

Asend. Selililamang.

Harjutus. Tõsta üks põlv painutatud asendis üles rindkere suunas. Teine jalg on samal ajal sirutatud. Painutatud jalga tõmmata kätega õrnalt vastu rinda ja hoida asendit 30 sekundit.

Kordade arv. Sooritada mõlema jalaga 10 korda.



Harjutus 13 (nelipealihase e. *m. quadriceps*'i venitust)

Asend. Kõhulilamang või sulgseis seina ääres. Tasakaalu hoidmiseks toetatakse harjutusepoolse käega vastu seina.

Harjutus. Haaratakse vasaku käega parem labajalg ja surutakse seda vastu tuharat. Hoida asendit 10 sekundit.

Kordade arv. Sooritada mõlema jalaga 20 korda.

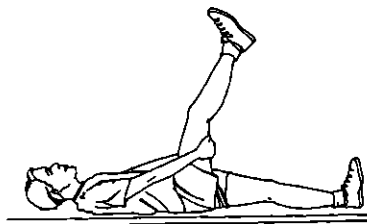


Harjutus 14 (hamstringvenitus)

Asend. Selililamang, üks jalg on painutatud rindkere suunas. Kätega hoitakse jalga reiest põlvest kõrgemalt.

Harjutus. Sirutada aeglaselt jalg põlveliigest, kuni reies on tunda kerget pinget. Hoida asendit 10 sekundit.

Kordade arv. Sooritada 10 korda mõlema jalaga.



Valik soojendusharjutusi



1. Hüplemine jalalt jalale.



2. Galopp hüplemine.



3. Hüglasekõnd keha painutamisega kõrvale.



4. Karukõnd.



5. Käte ringitamine jooksul.



6. Harkishüpped edasiliikumisel.



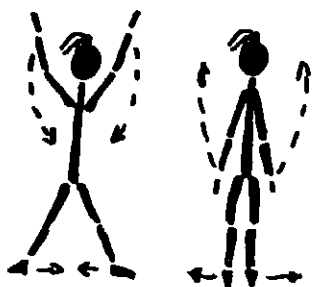
7. Aeglasel jooksul vahelduvalt “marjade korjamine”.



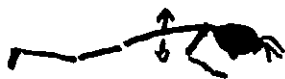
8. Säätõstejooks, üritades vaheldumisi
a) parema, b) vasaku kannaga tuharat lüüa.

Treeningul 4–5 harjutust. Kestus 5 minutit.

Üldarendavad harjutused



1. Harki-kokku hüplemine.



2. Eestoenglamangus kätekõverdused.



3. Lõdvestushüplemine.



4. Kägaristes kehapöörded.



5. Harkseisust painutused ette.



6. Jalavahetused "lähteasendis".



7. Keharaskuse ülekandmine jalalt jalale.



8. Lõdvestushüplemine.



9. Kükki-üles-ettepainutus-üles.



10. Kerepainutused kõrvale koos vastaskäe viimisega üle pea.



11. Hüplemine õla- ja puusavöö vastassuunaliste pööretega.

Treeningul tehakse iga harjutust 15–30 sekundit. Kestus kokku 5–10 minutit.

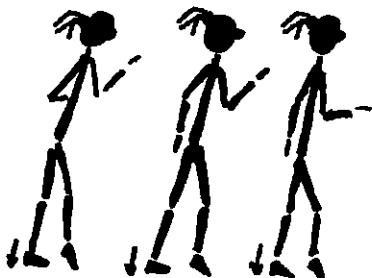
Jooksuharjutused



1. Kõnd, käed kuklal, sirutus puusast.



2. Kõnd kiirjooksupärase kätetööga.



3. Kõnd päkkadel kiirjooksupärase kätetööga.



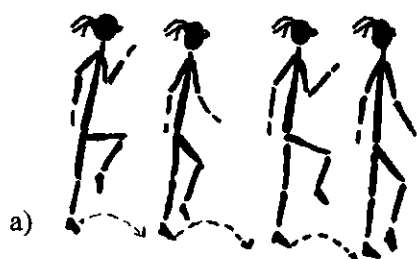
4. Edasiliikumine lühikeste sammudega, kiirjooksupärase kätetööga.



5. Säätetõstejooks.

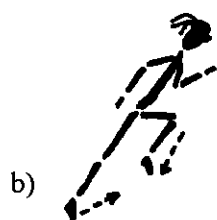


6. Põlvetõstekõnd.



7. Sammhüpped:

a) hüplemisena, b) tugeva ettesuunatud tõukega, c) jala haarava mahaasetamisega.



b)



c)

Harjutuskorral 4–5 harjutust. Kestus 5–10 minutit.

Harjutused hingamise efektiivsuse tõstmiseks

Soovitusi hingamisharjutuste õpetamisel

Noorukitega võimlemisel on oluline juhtida tähelepanu **õigele hingamisele**. Üldise kehalise töövõime suurendamisel ja vastupidavuse tõstmisel on esikohal õige ja ökonoomne hingamistehnika.

1. Sisse hingata tuleb läbi nina, vabalt, pingutuseta. Sisse- ja väljahingamise rütmi ja kestuse harjutamiseks tuleb lugeda numbreid. Alustada võiks kõnnil 3–4 sammul sissehingamisega, millele järgneks 3–4 sammul väljahingamine. Hingamine muutub efektiivsemaks, kui pikendada väljahingamise aega. Näiteks kõnnil 3–4 sammu vältel hingatakse sisse, väljahingamise aega pikendada 5–6 sammuni.

2. Eriti oluline on diafragmaalse e. kõhuhingamistüübi õpetamine. Sissehingamisel kõht kerkib, väljahingamisel tõmbub sisse. Hingamisega kaasnev diafragma ja kõhulihaste liikumine vähendab paisunähte vereringesüsteemis ja kergendab südame tööd. Südame-vereringesüsteemi treenivad hästi hingamisharjutused koos liikumisega (kõnd, sörkjooks, suusatamine jt.).

3. Hingamise efektiivsus suureneb, kui muuta liikumise ajal käte asendit. Liikumise ajal koos hingamistehnika pideva kontrolliga tuleb muuta käte asendit (käed tõsta üles, kuklale, puusale). Käte asendist sõltub, milliseid kopsu piirkondi paremini ventileeritakse. Võõkohast kõrgemal asetsevate käte korral ventileeritakse paremini kopsude alumisi osi. Kopsu tippudesse satub õhk paremini keha sirutamisel koos peapöördtega, käed all või puusal.

4. Võimlemisharjutuste sooritamisel tuleb pöörata erilist tähelepanu sisse- ja väljahingamise kestusele. On vajalik, et noorukid ise oskaksid jälgida ja määrata hingamisfaasi kestust.

5. Võimlemisharjutustega saab mõjutada hingamisfaaside kestust. Sissehingamist soodustavad sirutused, käte tõstmine, väljahingamist aga painutused, käte langetamine, rindkere kokkusurumine, kükkimine. Tuleb õpetada kooskõlastama sisse- ja väljahingamist kere, jalgade ja käte liigutustega.

6. Sega- e. täishingamise õpetamisel jälgida, et pärast väljahingamist sissehingamisel kõigepealt võlvub kõht ette, seejärel avardeb rindkere ja alles viimasena kerkivad õlad. Väljahingamist alustades kõigepealt tõmbub kõht sisse, seejärel surutakse kokku rindkere ja langetatakse õlad. Väljahingamine peab kestma sissehingamisest kaks korda kauem.

Valik hingamisharjutusi



1. Harkseis, käed õlgadel. Käteringid eest taha. Sissehingamisel (1, 2) tõsta küünarnukid, kõht võlvub ette. Väljahingamisel (3, 4, 5, 6) tuua küünarnukid tagant alla, kõht tõmmata sisse.



2. Harkseis, käed all. Sissehingamisel (1, 2) viia sirged käed üles, kõht võlvub ette, hoida hinge kinni (3, 4). Väljahingamisel (5, 6) painutada ette, kõht tõmmata sisse.



3. Harkseis, käed all. Sissehingamisel (1, 2) viia sirutatud käed õlgade kõrgusele. Väljahingamisel (3, 4, 5, 6) kerepainutusel vasakule liigub parema käe rusikas paremasse kaenlaauku, vasak käsi sirgelt all. Sama teisele poole.



4. Harkseis, käed puusal. Sissehingamisel (1, 2, 3) kerepööre vasakule koos käe sirutamisega õla kõrgusel taha. Väljahingamisel (4, 5, 6) tagasi lähteasendisse. Korrata sama kerepöördega paremale.



5. Harkseis, käed all. Sissehingamisel (1, 2, 3) viia parem käsi kuklale, vasak seljale, kõht võlvub ette. Väljahingamisel (4, 5, 6) tagasi lähteasendisse, kõht tõmmata sisse.



6. Harkseis, käed all. Sissehingamisel läbi nina (1, 2, 3) viia sirged käed üles ja parem jalg taha varbale. Väljahingamisel (4, 5, 6) tõmmata kõht sisse ja tagasi lähteasendisse. Järgmisel sissehingamisel sama, ainult vasak jalg taha varbale.



7. Seistes partneri poole näoga, peopesad vastamisi. Sissehingamisel (1, 2, 3) võlvub kõht ette, käed sirutada üles. Väljahingamisel (4, 5, 6) tagasi lähteasendisse, kõht tõmmata sisse.



8. Seistes, partneri kätest kinni hoides. Sissehingamisel läbi nina (1, 2, 3) võlvub kõht ette. Väljahingamisel (4, 5, 6) tõmmata kõht sisse ja teha poolkukk. Sissehingamisel tagasi lähteasendisse.



9. Seistes partneriga, seljad vastamisi, kätest kinni hoides. Sissehingamisel (1, 2, 3) viia sirged käed kõrvalt üles, kõht võlvub ette, väljahingamisel (4, 5, 6) langetada käed ja tõmmata kõht sisse.



10. Selili, käed all. Sissehingamisel võlvub kõht ette. Väljahingamisel tõmmata kõht sisse ja haarates kätega põlvest, painutada jalga vahelduvalt vastu rinda.



11. Selili, käed all, jalad painutatud, tallad maas. Sissehingamisel võlvub kõht ette. Väljahingamisel tõsta puusad ja tõmmata kõht sisse.



12. Selili, käed all, jalad painutatud, tallad maas. Väljahingamisel tõsta ülakeha ja viia käed põlvedele. Tõmmata kõhulihasid sisse ja püsida 5 sekundit. Sissehingamisel tagasi lähteasendisse.



13. Selili, käed kuklal. Jalgrattaring ühe jalaga (5 korda), sama teise jalaga.



14. Selili, käed risti rinnal. Sissehingamisel võlvub kõht ette. Väljahingamisel tõsta ülakeha ja tõmmata kõht sisse. Püsida 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse.



15. Selili, käed kuklal, jalad painutatud, tallad maas. Tõsta ülakeha ja viia kokku parem põlv ja vasak küünarnukk, tagasi lähteasendisse. Järgmisel ülakeha tõstmisel viia kokku vasak põlv ja parem küünarnukk.



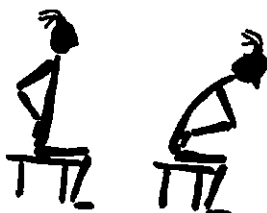
16. Selili, käed all. Vahelduv jalgade painutamine põlve- ja puusaliigesest — jalgrattasõit 15 sekundit. Jalad painutada, tallad maas, viia põlved üheaegselt vasakule ja paremale.



17. Selili, käed all, jalad sirutatud. Toetudes õlgadele ja kandadele, tõsta sirge keha, püsida 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse.



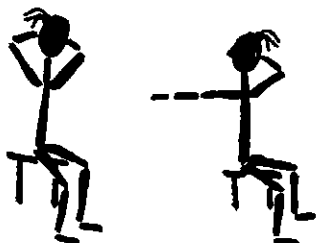
18. Selili, käed all, jalad sirutatud. Tõsta pea, tõmmata kõht sisse ja, haarates kätega reitest, painutada põlved lõua suunas. Püsida 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse.



19. Istudes, käed puusal. Sisse hingates suruda küünarnukid taha, selg sirgeks, välja hingates küünarnukid ette ja pea rinnale.



20. Vahelduva käe ülessirutamisel — sissehingamine, väljahingamisel libistada kätt vastasjala varvasteni.



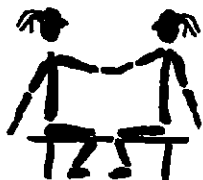
21. Istudes, käed kuklal, põlved õlgade laiuselt harki. Sissehingamisel kerepööre paremale koos parema käe sirutamisega, vasak käsi jääb kuklale. Sama vasakule poole.



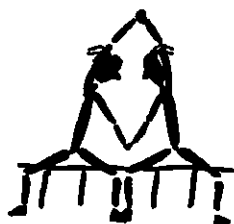
22. Sissehingamisel sirged käed õlgade kõrgusele. Väljahingamisel kerepööre vasakule, parem käsi liigub vasaku juurde — käteplaks. Sama teisele poole.



23. Istudes, seljad vastamisi, käed küünarnukkseongus. Üks partneritest sirutab sisse hingates taha, teine painutab välja hingates ette.



24. Istudes, näod vastamisi, partneritel üks käsi risti teise käes — sissehingamine. Välja hingates kerepööre, vaba käsi lõdvalt all. Järgmisel sissehingamisel käte vahetus, välja hingates kerepööre teisele poole.



25. Istudes kõrvuti, partneril käest kinni hoides, sissehingamisel sirutus. Väljahingamisel küljepainutus partneri suunas, välimised käed pea kohal kokku viia. Tagasi lähtesendisse — sissehingamine. Väljahingamisel küljepainutus väljapoole koos partneripoolse käe tõstmisega.

Harjutusi tugi- ja liikumisaparaadi lihaste tugevdamiseks

Nõuandeid võimlemisel tugi-liikumisaparaadi lihaste tugevdamiseks

Harjutuste valikul tuleb lähtuda liikumisaparaadi seisundist.

Ülemäärase liikuvuse e. hüpermobiilse liikumisaparaadiga noorte lülisamba ja liigete ebastabiilsus on tingitud liigesekapsli, kõõluste ja sidemete nõrkusest, lõtvadest ja nõrkadest lihastest. Nendel noortel on liigete paindumus ja liikuvuse ulatus hea. Tugiaparaadi ebastabiilsus ja lihaste nõrkus soodustab rühihäirete, lampjalgsuse ja vigastuste teket. Harjutuste eesmärgiks on eeskätt liigete stabiliseerimine ja lihasjõu suurendamine.

Liigete stabiliseerimiseks ja lihasjõu suurendamiseks on võimlemisel vaja arvestada järgmist.

1. Lihaste isomeetrilise kontraktsiooni rõhutamine (kestus 5–10 s), millele järgneb lihase lõdvestus. Isomeetrilised lihaspingutused aitavad vähendada sirutaja- ja painutajalihaste toonuse häirunud tasakaalu.
2. Kehatüve lihaste tugevdamiseks soovitatakse lamavat lähteasendit. Harjutuste sooritamisel ei suurendata lülisamba liikuvust, vaid jäsemete tõstmise ja hoidmisega (isokineetilised harjutused) ning lihaseid tugevdades stabiliseeritakse lülisammast. Kasutada võib lisaraskust (hantlid) või kummilinte.
3. Lihaste hea funktsioon kindlustab ka liigete dünaamilise stabiilsuse.

Väheliikuvate liigete ja kõrge lihastoonusega noortel peavad harjutused soodustama lihastoonuse vähenemist, lihaste täielikumat lõõgastumist, liigete liikuvuse suurenemist. Selleks tuleb teha järgmist.

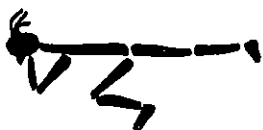
1. Üldvõimlemise lõpus kasutada venitusharjutusi, mida teha aeglaselt, sujuvalt ja valutult. Isomeetrilisele lihaspingutusele järgneva venitusharjutuse ajal ei tõuse lihastoonus 7 sekundi vältel ning venituse on efektiivne.
2. Jõuharjutustele järgneva lihaste venitamine, mis tasakaalustab lihastoonust.
3. Alaselja lihaste toonuse tõusu korral suureneb nimme nõrgus e. lordoos. Sel puhul tuleb valida harjutused, mis tugevdavad nimmelordoosi vähendavaid lihaseid ja venitavad reie tagumise grupi lihaseid.
4. Lülisamba lihaskorsetti tugevdavatele harjutustele eelneva dünaamilised hooglemis- ja venitusharjutused.
5. Liigete mobiliseerimine mõjub soodsalt liigesekõhre ainevahetusele ning aitab vältida liigete kahjustusi.

Valik võimlemisharjutusi selja-, kere- ja jäsemete lihaste funktsiooni parandamiseks

Harjutused 1, 3, 4, 5, 7, 8, 17 on seljalihaseid tugevdava toimega; harjutused 21, 22, 23 — seljalihaste venitamiseks; harjutused 1, 6, 11, 16, 20, 24, 26 tugevdavad kere- lihaseid; harjutus 4 — rinnalihaseid, harjutus 13 — kõhu sirglihaseid; harjutused 14, 15 — kõhu- ja vaagnapõhjalihaseid; harjutused 18, 19, 27 venitavad kerelihaseid, harjutusel 19 on ühtlasi ka lülisamba liikuvust suurendav mõju; harjutused 2, 25 tugevdavad tuharalihaseid; harjutus 9 — puusa ja reielihaseid; harjutus 10 on reie- lihaste venitamiseks; harjutused 12, 29, 30 on reielihaseid tugevdava toimega, harju- tused 12, 29, 30 on reielähendajate tugevdamiseks; harjutus 28 — reie-eemaldajate venitamiseks.



1. Kõhuli, käed lõua all. Toetada põiad maha. Siru- tada põlved, pingutada tuharalihaseid ja püsida 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse, lõdvestus.



2. Kõhuli, käed lõua all. Tuua põlv ja puusaliigesest painutatud jalg vahelduvalt küünarliigese suunas (konnaharjutus).



3. Kõhuli, sirutatud käed üleval. Tõsta parem käsi ja vasak jalg. Hoida sirutatud kätt ja jalga 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse. Sama vasaku käe ja parema jalaga.



4. Kõhuli, käed kuklal. Tõsta rindkere, surudes küünarnukke tahapoole. Hoida asendit 5 sekundit, tagasi lähteasendisse.



5. Kõhuli, käed õlgade kõrgusel, peopesad maas. Tõsta rindkere ja sirutada käed, vaade otse. Tagasi lähteasendisse.



6. Kõhuli, käed all, jalad põlvedest painutatud. Surudes kõhtu vastu alust, kergitada põlvi. Hoida asendit. Tagasi lähteasendisse.



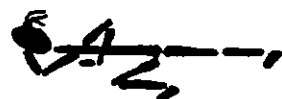
7. Kõhuli, käed all, jalad sirutatud. Tõsta pea ja õlavöö maast. Sirutada kael, vaade põrandale. Hoida asendit 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse.



8. Kõhuli, küünarnukist painutatud käed toetuvad pea kõrval maha. Tõsta ülakeha, jäädes toetuma käsivartele. Tagasi lähteasendisse.



9. Külili, alumine käsi pea all, pealmine toetub ette põrandale. Tõsta pealmist sirget jalga, painutada jalapöid enda poole. Hoida asendit 5 sekundit. Sama teisel küljel.



10. Külili, alumine käsi pea all, pealmine käsi toetub ette põrandale. Painutada pealmist jalga põlve- ja puusaliigesest rinna suunas. Sama teisel küljel.



11. Külili, pealmine käsi toetub keha ees põrandale, jalad sirutatud. Sirgete kooshoitud jalgade tõstmine. Hoida asendit 5 sekundit. Sama teisel küljel.



12. Külili, alumine käsi pea all, pealmine käsi toetub ette põrandale. Pealmine põlvest kõverdatud jalg toetub maha. Tõsta alumine sirge jalg. Pöid tõmmata enda poole. Sama teisel küljel.



13. Selili, käed all, jalad sirutatud. Painutada parem põlv ja suruda sirge parema käe vastu. Hoida 5 sekundit. Sama teise käe ja jalaga.



14. Selili, põlved painutatud, tallad maas. Tõmmata kõht sisse ja suruda sirgeid käsi peopesadega vastu põlvi. Püsida 5 sekundit. Lõdvestus.



15. Selili, käed küünarnukist painutatult keha kõrval peopesad maas. Tõusta tagatoenglamangusse. Tagasi lähteasendisse.



16. Selili, käed küünarnukist painutatult keha kõrval maas. Tõsta sirge keha maast, jäädes toetuma käsi-vartele ja kandadele. Tagasi lähteasendisse.



17. Toengpõlvitus. Sirutada parem käsi ja vasak jalg. Hoida käsi, selg ja jalg ühes tasapinnas 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse. Sama vasaku käe ja parema jalaga.



18. Toengpõlvitus. Parema põlve viimine vasaku käe suunas. Tagasi lähteasendisse. Viia vasak põlv parema käe suunas. Tagasi lähteasendisse.



19. Toengpõlvitus. Tõsta käsi kõrvalt üles koos kerepöördega. Vaade jälgib käe liikumist. Tagasi lähteasendisse. Sama teise käega.



20. Eelmise harjutuse sooritamisel hoida käes 1–2 kg raskust hantlit.



21. Toengpõlvitus. Vahelduvalt käsi tõstes “kõndida” külje suunas ja tagasi. Sama teisele poole.



22. Toengpõlvitus. Istuda kandadele. Käed hoida paigal. Püsida 5 sekundit. Tagasi lähteasendisse.



23. Toengpõlvitus. Kätekõverdus.



24. Põlvitus, käed risti rinnal. Kerekallutus taha, püsida 5–7 sekundit, tagasi lähteasendisse.



25. Istudes, sirgete jalgade vahelduv tõstmine puusaliigesest, küünarnukist painutatud käed liiguvad vahelduvalt ette koos vastasjalaga — istuli kõnd.



26. Selili, põlved painutatud, tallad maas, käed keha kõrval. Tõsta puusad ja vahelduvalt sirutada jalga põlveliigesest.



27. Selili, põlved painutada, tallad maas, käed sirutatud õlgade kõrgusele. Viia parem käsi koos peapöördega vasema käe juurde (käteplaks). Sama vasaku käega. Põlved hoida kokkusurutult keskjoonel.



28. Selili, põlved painutatud, tallad maas, käed keha kõrval. Viia põlved harki, surudes põlvi põranda suunas. Püsida 5 sekundit, tagasi lähteasendisse.



29. Seistes seina ääres või istudes, põlved painutatud, tallad maas, põlvede vahel kummipall. Põlvi kokku surudes tuleb pigistada kummipalli 10 sekundit, seejärel lõdvestuda.



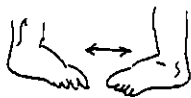
30. Seista näoga seina poole, käed U-kujuliselt toetamas peopesadega seinale, jalad sammasasendis otse, tagumine jalg umbes meetri kaugusel seinast. Kallutada rindkere ja puusad seina suunas, kannad suruda vastu põrandat. Hoida 10 sekundit.

Harjutusi põia funktsiooni tugevdamiseks (lampjalgsuse profülaktikaks)

Harjutused 1, 5 tugevdavad põia ristivõlvi; harjutused 2, 3, 4, 5 — põia pikivõlvi; harjutus 6 tugevdab põialihaseid ja venitab kannakõõlust; harjutused 7, 8 suurendavad hüppeliigese liikuvust.



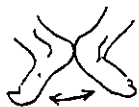
1. Istudes, tallad maas. Varbaid painutades nihutatakse jalga edasi. Kannad hoida maas, põia keskosa kerkib. Varvaste painutamise ja sirutamisega liikuda ka tagasi. Aeglaselt!



2. Istudes, tallad maas. Kannad libistada lahku, surudes põrandale, tuua aeglaselt tagasi kokku.



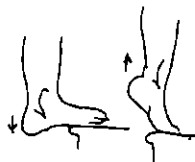
3. Istudes, jalatallad vastamisi. Tõsta kooshoidud põia esiosa, kannad tugevasti maas.



4. Istudes, jalatallad vastamisi, varbaid vastamisi surudes eemaldada kannad ja kändu koos hoides eemaldada varbad.



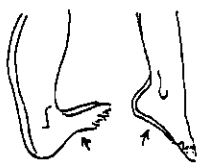
5. Istudes, rätik jalgade ees. Varbaid painutades tõmmata rätikut talla alla, kannad kindlalt maas.



6. Seista trepiastmel, toetudes ainult põia eesmisele osale. Kätega hoida käetoest. Venitada kannad allapoole, seejärel tõusta varvastele.



7. Istudes, parem säär tõsta nii, et parem jalg toetuks varvastele, vasak jalg toetub kannale. Seejärel vahetada toetuspunktid: vasak jalg toetub varvastele, parem kannale. Jala viimisel varvastelt kannale toetuda põia välisservale.



8. Teha sama harjutust, kaks jalga koos. Kätega hoida tooliservast.

Harjutusi silmade funktsiooni parandamiseks

1. Sulgeda silmad, pingutades tugevasti silmalihaseid. Loendada arve 1–4-ni, seejärel avada silmad, lõdvestada silmalihased, vaadata kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.
2. Vaadata ninaotsale ning peatada pilk, loendades arve 1–4-ni. Seejärel vaadata kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.
3. Pead pööramata vaadata paremale ja fikseerida pilk, loendades arve 1–4-ni. Seejärel vaadata otse kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Sama harjutust teha pilgu fikseerimisega vasakule, üles ja alla. Korrata 4–5 korda.
4. Pead pööramata viia pilk kiiresti mööda diagonaali paremale üles — vasakule alla, seejärel vaadata otse kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Järgnevalt vaadata vasakule üles — paremale alla ning vaadates kaugusse, loendada arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.
5. Pead pööramata teha silmadega aeglaselt ringliigutusi üles-alla-vasakule. Seejärel vaadata kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Sama harjutust teha vastassuunas: pilk üles-vasakule-alla-paremale. Seejärel vaadata kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.
6. Pilgutada silmi, loendades arve 1-st 10–15-ni.
7. Suletud silmadega, pead pööramata vaadata paremale, loendades arve 1–4-ni; seejärel vaadata vasakule, loendades arve 1–4-ni; vaadata otse, loendades arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.
8. Suletud silmadega, pead pööramata, vaadata üles, loendades arve 1–4-ni, vaadata alla, loendades arve 1–4-ni, juhtida pilk otse, loendades arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.
9. Vaadates silmadest 25–30 cm kaugusele eemaldataud nimetissõrmele, loendada arve 1–4-ni, seejärel suunata pilk kaugusse, loendades arve 1–6-ni. Korrata 4–5 korda.

Kirjandus

- Aas L., Joost T., Suurorg L. (1995). Kooliõpilase tervis. *Eesti Arst*. 6: 487–489.
- Adams F. H. (1966). In: ACSM Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription (1980). Philadelphia: Lead & Febiger: 397.
- AHA (ed.) (1994). Revisions to classification of functional capacity and objective assessment of patients with diseases of heart. *Circulation*. 90: 644–645 (Medical Scientific Statement).
- Am. Acad. of Family Physicians, Am. Acad. of Pediatrics, Am. Medical Society for Sports Evaluation Kansas City (MO), Am. Acad. of Family Physicans (1992).
- American Collage of Sports Medicine Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription (1980). Philadelphia: Lead & Febiger.
- American Psychiatric Association (1987). Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders. Third Edition — Revised (DSM-III-R). Washington, D. C.
- Aul J. (1982). Eesti kooliõpilaste antropoloogia. Tallinn: Valgus.
- Åstrand P. O., Rhyming J. (1954). A nomogramm for calculation of aerobic capacity from pulse rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol*. 7: 218.
- Åstrand P. O., Rodahl K. (1970). Textbook of work physiology. 2nd ed. New York: McGraw Hill.
- Barac-Nieto M., Spurr G. B., Dahners H. W., Maksud M. G. (1980). Aerobic work capacity and endurance during nutritional repletion of severely undernourished men. *Am. J. Clin. Nutr*. 33: 2268–2275.
- Barac-Nieto M., Spurr G. B., Reina J. C. (1984). Marginal maenutrition in school-aged Colombian boys; body composition and maximal O₂ consumption. *Am. J. Clin. Nutr*. 39: 830–839.
- Bar-Or O. (1983). Pediatric Sports Medicine for the Practitioner: From Physiologic Principles to Clinical Application. New York: Springer Verlag.
- Bar-Or O. (1986). Die Praxis der Sportmedizin in der Kinderheilkunde. Berlin – Heidelberg – New York – Tokyo: Springer.
- Bar-Or O. (1993). Physiological Perspectives. In: Cahill B. R., Pearl A. J. Intensive Participation in Children's Sports. Human Kinetics Publisher.
- Bell R. D., Mac Dougall J. D., Billeter R. *et al.* (1980). Muscle fiber types and morphometric analysis of skeletal muscle in six-year-old children. *Med. Sci Sports Exercise*. 12: 28–31.
- Bell R. D., Macek M., Rutenfranz J., Sariski H. M. (1986). Health indicators and risk factors of cardiovascular diseases during childhood and adolescence. In: Rutenfranz J., Mocellin R., Klimt F. (eds.). Children and exercise XII. Champaign: Human Kinetics: 19–27.
- Bengtsson E. (1956). The working capacity in normal children, evaluated by submaximal exercise on the bicycle ergometer and compary with adults. *Acta Med. Scand*. 154: 91.
- Bergman A. B., Stamm S. J. (1967). The morbidity of cardiac nondisease in schoolchildren. *N. Engl. J. Med*. 276: 1008–1013.
- Biener K. (1990). Grenzbereiche der Sportmedizin. Berlin – Heidelberg: Springer Verlag.

- Blimkie C. P., Bar-Or O. (1995). *New Horizons in Pediatric Exercise Science*. Human Kinetics.
- Borg G. (1998). Perceived exertion and pain scales. *Human Kinetics*.
- Borg G., Noble B. J. (1974). Perceived exertion. *Exerc. Sport. Sci. Rev.* 2: 131–153.
- Bouchard C., Shepard R. J. (1994). Physical activity, fitness and health international proceedings and consensus statement. *Human Kinetics*.
- Boutellier U., Piwko P. (1992). The respiratory system as an exercise limiting factor in normal sedentary subjects. *Eur. J. Appl. Physiol. & Occupational Physiology*. 64 (2): 145–152.
- Brooks-Gunn J., Warren M. P., Hamilton L. H. (1987). The relation of eating problems and amenorrhoea in ballet dancers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 19: 41–44.
- Brownell K. D., Foreyt J. M. (eds.) (1987). *Handbook of eating disorders: physiology, psychology and treatment of obesity, anorexia and bulimia*. New York: Basic Books.
- Carter L. J. E., Heath B. H. (1990). *Somatotyping — development and applications*. Cambridge – New York – Port Chester – Melbourne – Sidney: Cambridge University Press.
- Cheung L. W. Y., Richmond J. B. (1995). *Child, Health, Nutrition and Physical Activity*. Human Kinetics.
- Debrunner H. U. (1966). *Orthopädisches Diagnosticum*. Stuttgart: Thieme.
- Docherty D. (1996). *Measurement in pediatric exercise science*. Published for the Canadian Society for Exercise Physiology. Human Kinetics.
- Ellestad M. H. (1986). *Stress testing*. Philadelphia: FA Davis Company.
- Ellis M. J., Scholtz G. J. L. (1978). *Activity and play of children*. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall.
- Engström L.-M. (1991). Exercise adherence in sport for all from youth to adulthood. In: *Sport for All*. Oja P., Telama R. (eds.). Elsevier Sc. Publishers: 473–487.
- Eriksson B. O. (1980). Muscle metabolism in children — a review. *Acta Paediatr. Scand. Suppl.* 217: 53–55.
- Eriksson B. O., Saltin B. (1974). Muscle metabolism during exercise in boys aged 11 to 16 years compared to adults. *Acta Paediatr. Belg.* 28 (Suppl): 257–265.
- FAO/WHO/UNU (1985). *Energy and protein requirements*. Tech. Report 724. Geneva: WHO.
- Filin V. P., Fomin N. A. (1980). *Osnovy junošeskogo sporta*. Moskva: Fis.
- Franke E. (1991). School physical education as a promotor for sport for all among the population. In: *Sport for all*. Oja P., Telama R. (eds.). Elsevier Sc. Publishers: 465–473.
- Gadpaille W. J., Sanborn C. F., Wagner W. W. (1987). Athletic amenorrhoea, major affective disorders, and eating disorders. *Am. J. Psychiat.* 144: 939–942.
- Gilliam T. B., MacConnie S. E., Geenen D. L. (1982). Exercise programs for children: a way to prevent heart disease? *Physician Sportsmed.* 10: 96–108.
- Gilmour Y. (1971). *Jookse terviseks*. Tallinn: Eesti Raamat.
- Goldberg B. (1995). *Sports and exercise for children with chronic health conditions*. Human Kinetics.
- Green M. (1992). *Pediatric diagnosis. (Interpretation of Symptoms and Signs in Infants, Children and Adolescents)*. 5th ed. Philadelphia: W. B. Sanders Company.
- Greulich W. W., Pyle S. J. (1950). *Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist*. Stanford: Stanford University Press.
- Grünberg H., Adojaan B., Thetloff M. (1998). *Kasvamine ja kasvuhäired*. Tartu.
- Haines A., Hurwitz B. (1992). *Clinical Guidelines*. The Royal College of General Practitioners. December, occasional paper 58: 72–78.
- Hanne (1971). In: *ACSM Guidelines for Graded Exercise Testing and Exercise Prescription*. (1980). Philadelphia: Lea & Febiger: 397.
- Heapost L. (1984). *Tallinna kooliõpilaste ealine antropoloogia 1966–1969*. Tallinn.
- Heck K. J. (1988). *Freistellungen im Schulsport*. Verlag Hofmann Schorndorf.

- Hettinger T., Rodahl K. (1960). Ein modifizierter Stufentest zur Messung der Belastungstätigkeit des Kreislaufs. Dtsch. Med. Wschr. 85: 553.
- Hettinger T., Rodahl K. (1962). In: Steiniger U., Theile H. (1979). Funktionsdiagnostik im Kindesalter. Leipzig: VEB Georg Thieme.
- Heyward V. H. (1996). Applied body composition assessment. Human Kinetics.
- Hollmann W., Hettinger T. (1990). Sportmedizin — Arbeits- und Trainingsgrundlagen. 3. Aufl. Stuttgart — New York: Schattauer.
- Isaksson B. A. (1958). A simple formula for the mental arithmetic of the human body surface area. J. Clin. Laborat. Investigation. 10: 3.
- Jacobs J. C., Sjödin B., Svane B. (1982). Muscle fiber type, cross-sectional area and strength in boys after 4 years endurance training. Med. Sci Sports Exercise. 14: 123.
- Jalak R., Neissar I. (1994). Jõu- ja venitusharjutusi igapähele, kes soovib olla sale, tugev ja terve. Tartu.
- Jürimäe T. (1996). Põhitõdesid tervisefitnessist. Tartu.
- Kalam V., Viru A. (1973). Kehaliste võimete testid. Tallinn: Eesti Raamat.
- Kaltenbach M. (1966). Stufenbelastung zur Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit und der Koronarreserve. Dtsch. Med. Wschr. 91: 884.
- Kantola H., Rusko H. (1984). Hiihto sydämen asiaksi. Jyväskylä: Valmennuskirjat.
- Karikosk O. (1984). Tervisejooks. Tallinn: Eesti Raamat.
- Karlsson J. (1971). Muscle ATP, CP and maximal exercise. In: Pernow B., Saltin B., (eds.). Muscle metabolism during exercise. New York: Plenum Press, 383–393.
- Keller W. (1988). The epidemiology of stunting. In: Wawrow, J. C. (eds.). Linear growth retardation in less developed countries. New York: Raven Press, 17–39.
- Kemper Han C. G. (1995). The Amsterdam Growth Study. Human Kinetics.
- Kindermann W., Simon G. W., Keul J. (1978). Dauertraining — Ermittlung der optimalen Trainingsherzfrequenz und Leistungsfähigkeit. Leistungssport. 8: 34–39.
- Kirschsieber H. M., Rutenfranz J. (1966). Bestimmung des arteriellen Blutdruckes. In: Opitz H., Schmidt S. Handbuch der Kinderheilkunde. Berlin — Heidelberg — New York: Springer.
- Klimt F. (1985). Freistellung vom Sport in Schule und Verein. Stuttgart, Theme.
- Klimt F. (1989). Entwicklung und wachstum der Muskulatur und Muskelkraft. 4. Aufl., Marburg: Philipps-Universität.
- Klimt F. (1992). Sportmedizin in Kinder- und Jugendalter. New York — Stuttgart: G. Thieme Verlag.
- Klimt F., Georgiadis G. (1985). Ein Beitrag zur Frage: Muskelkraft — Messungen und Körperproportionen — Kurzinformation. Dtsch. Zschr. Sportmed. 36: 195.
- Klimt F., Rhodes A. (1984). Kreislaufreaktionen auf Lagewechsel vor und nach körperlicher Aktivität. Therapie Woche. 34: 3876.
- Klimt F., Rutenfranz J. (1976). Standardisierungen von Tests zur Prüfung der orthostatischen Regulationen im Kinder- und Jugendalter. Cardiology 61, Suppl. 1: 199.
- Kull M. (1996). Materjale terviseõpetuseks, Tallinn: HK.
- Kurtzman F. D., Yager J., Landsverk J., Wiesmeier E., Bodurka D. C. (1989). Eating disorders among selected female student population at UCLA. J. Am. Dietet. Assoc. 89: 45–53.
- König K., Reindell J., Keul J., Roskamm H. (1961). Untersuchungen über das Verhalten vom Atmung und Kreislauf im Belastungsversuch bei Kindern und Jugendlichen im Alter von 10–19 Jahren. Int. Z. angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 18: 393.
- Labitzke, H. (1970). Methodik zur Bestimmung des biologischen Alters (Ossifikationsalter) und Versuch der Normwertermittlung bei Mädchen und Knaben im Alter von 8–14 Jahren. Med. Sport. 10: 335–338.

- Ljubomirskij L. E. (1989). Normirovanie nagruzok v fizičeskom vospitanii škol'nikov. Moskva.
- Loko J., Sikkut T. (1994). Dynamics of Estonian adolescents' physical abilities. *Acta Academiae Olympicae Estoniae*: 102–104.
- Lindemann H., Rutenfranz J., Mocellin R., Sbresny W. (1973). Methodische Untersuchungen zur indirekten Bestimmung der maximalen O₂ Aufnahme. *Europ. J. Appl. Physiol.* 32: 25.
- Lorenz K., Leupold W. (1975). Die W₁₇₀ als Maß der Leistungsfähigkeit im Kindesalter. *Dtsch. Ges. Wes.* 31: 42.
- Lorenz K., Leupold W., Moser W. (1975). Normwertbestimmung und -nutzung von Atemungsgrößen und Parametern der körperlichen Leistungsfähigkeit im Kindesalter. *Dtsch. Ges. Wes.* 30: 2089.
- Löllgen H. (1990). Kardiopulmonale Funktionsdiagnostik. 2. Aufl. Ciba-Geigy, Wehr.
- Löllgen H., Ulmer H. V., Crean P. (1988). Recommendation and standard guidelines for exercise testing. *Eur. Heart J.* 9, Suppl. K: 3–37.
- Löllgen H., Winter U. J., Erdmann E. (1990). Ergometrie. Springer Verlag.
- Maiste E., Bakler T., Pokk T. (1998). The peculiarities of changes in the heart rate in exercise stress by the youngsters. *Proceedings of the Department of Cardiology at the University of Tartu III*: 44–52.
- Maiste E., Kaarma H., Thetloff M. (1999). On the prospects of multivariate systematization of separate body measurements and indices of 15 year-old Estonian schoolgirls. *Homo*, 50. 1: 58–66.
- Maiste E., Matsin T. (1998). Puberteedieas tütarlaste kehaline areng ja terviseprobleemid. TÜ spordipedagoogika instituudi teadus- ja õppemetoodiliste tööde kogumik VI. Tartu: 169–176.
- Maiste E., Matsin T., Täll S., Paidre H., Aule R. (1997). Assessment of the levels of physical abilities in adolescents. *Acta Medica Baltica*. 4, 1: 67–70.
- Maiste E., Matsin T., Täll S., Paidre H., Liik K. (1998). Lõuna-Eesti teismeliste tervis ja kehaline töövõime. *Eesti Arst.* 5: 414–418.
- Maiste E., Thetloff M. (1995). A longitudinal study of somatometric measurement dynamics among girls from 15–17 years. *Papers on anthropology VI*: 152–161.
- Malina R. M. (1984). Physical activity and motor development performance in populations at nutritional risk. In: Pollitt E., Amante P. (eds.). *Every intake and activity*. New York: Liss, 285: 302.
- Malina R. M., Bouchard C. (1991). Growth, maturation and physical activity. *Champaign: Human Kinetics*: 115–131.
- Martin A. D., Ross W. D., Drinkwater D. T., Clarys I. P. (1985). Prediction of body fat by skinfold caliper, assumption and cadaver evidence. *Intern. J. Obes.* 9, Suppl. 1: 31–39.
- Martorell R. (1989). Body size, adaptation and function. *Hum. Organ.* 48: 15–20.
- Matiegka J. (1921). The testing of physical efficiency. *Am. J. Phys. Antropol.* IV. 3: 223–230.
- McKusik V. A. (1972). Heritable disorders of connective tissue. Ed. 2. St. Louis.
- Mellerowicz H., Franz J. W. (1983). Standardisierung, Kalibrierung und Methodik in der Ergometrik. Erlangen: Perimed.
- Menner K. (1979). Untersuchungen zur Diagnostik der Orthostase-Syndroms bei Kindern und Jugendlichen. *Arch. Kreislaufforsch.* 61: 27.
- Micheli L. J. (1983). Sportverletzungen bei Kindern und Jugendlichen. In: *Sport-Medizin und Leistungsphysiologie*. Hrsg. von R. Struss. Stuttgart: Enke.
- Micheli L. J. (1988). Strength training in the young athlete. In: Brown E. W. & Branta C. E. (eds.). *Comparative sports for children and youth*. Champaign: Human Kinetics.
- Mildenberger D., Kaltenbach M. (1989). Lebensbedrohliche Komplikationen der Ergometrie. *Fortschr. Med.* 107: 569–571.

- Mocellin R., Rutenfranz J. (1979). Methodische Untersuchung zur Bestimmung der Körperlichen Leistungsfähigkeit (W170) im Kinder- und Jugendalter. *Z. Kinderheilkd.* 108: 61.
- Murase Y., Kobayashi K., Kamel S., Matsui H. (1981). Longitudinal study of aerobic power in superior junior athletes. In: *The Child and Adolescent Athlete*. Ed. Bar-Or O. Blackwell Science: 153–160.
- National Heart, Lung and Blood Institute. Report of the task force on blood pressure control in children (1977). *Pediatrics* 59, Suppl.: 797–820.
- Oest W., Rettig H. (1983). Sportschäden nach Schulsportverletzungen. In: *Sportverletzungen und Sportschäden*. Hrsg. von G. Chapchal. Stuttgart: Thieme.
- Oja P., Telama R. (eds.) (1991). *Sport for All*. Amsterdam – New York – Oxford: Elsevier Sc. Publishers.
- Oja P., Texworth B. (1995). Eurofit for adults. Assessment of health-related fitness council of Europe.
- Orava R., Saarela J. (1978). Exertion inquiries to young athletes. *Am. J. Sports Med.* 6: 68–76.
- Paldrock A., Audova A. (1931). *Loomulik ravimisõpetus*. Tartu: Nool.
- Parizkova J. (1977). Body fat and physical fitness. Hague: Nijoff B. V. Medical Division.
- Pate R., Dowda M., Ross, J. (1990). Associations between physical activity and physical fitness in American children. *Am. J. Child.* 144: 1123–1129.
- Pavilonis S., Tutkivienė J. (1989). Age dynamics of body composition. In: *Humanbiol.* Budapest, 19: 209–214.
- Prader A. (1986). Physiologisches, pathologisches und manipulierte Körperwachstum. *M Schr. Kinderheilkd.* 134, 292.
- Prokop L. (1985). Der Sportler der Zukunft — ein erstrebenswertes Vorbild? *Osterr. J. Sportmed.* 15: 3.
- Prokop L. (1989). Der Einfluß genetischer Faktoren auf die kardiovaskuläre Leistungsfähigkeit. *Österr. J. Sportmed.* 19–44.
- Raudsepp L., Viru A. (1996). *Motoorne areng*. Tartu: Atlex.
- Richter H., Beuker F. (1974). Komplextest zur Mittlung des psychischen Leistungsvermögens (1968). *Theor. Prax. Körperkult.* 17: 54–64.
- Roche A. F., Heymsfield S. B., Lohman T. G. (1996). Human body composition. *Human Kinetics*.
- Ross W. D., Ward R. (1984). The 0-scale system. Victoria, B. C. 39 Fitness Group Ltd.
- Ross, W. D., Marfell-Jones A. J. (1991). Kinanthropometry. In: MacDougall J. D., Wenger H. A., Green H. J. (eds.). *Physiological testing of the high performance athlete*. 2nd ed. Champaign, Ill.: Human Kinetics.
- Rost R., Hollman W. (1983). Athlete's heart — a review of its historical assessment and new aspects. *International J. Sports Med.* 4: 147–165.
- Rost R., Hollmann W. (1982). *Belastungsuntersuchungen in der Praxis. Grundlagen, Technik und Interpretation ergometrischer Untersuchungsverfahren*. Stuttgart – New York: G. Thieme.
- Rowland T. W. (1990). Exercise and children's health. Champaign, Human Kinetics.
- Rowland T. W. (1993). Pediatric-laboratory exercise testing. Human Kinetics.
- Rowland T. W. (1996). Athleticism, Physical Activity and Health in the Early Years: a Question of Persistence. In: Bar-Or O. (eds.). *The Child and Adolescent Athlete*. Blackwell: 153–160.
- Rowland T. W. (1996). Developmental Exercise Physiology. Human Kinetics.
- Saltin B., Grimby G. (1968). Physiological analysis of middle-aged and old former athletes. *Circulation*. 38, 1104–1115.

- Sarria A. (1992). Methods for assessing fat patterning in children. In: Human Growth: Basic and clinical aspects. Amsterdam – London – New York – Tokio: 233–243.
- Schmid F., Moll H. (1960). Atlas der normalen und pathologischen Handskelettentwicklung. Berlin – Heidelberg – New York: Springer.
- Scholtz H., Klimt F. (1971). Z. Kreislaufforsch. 60: 979. In: Klimt F. Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter. Stuttgart – New York: G. Thieme Verlag, 1992: 129.
- Scholtz H., Trupat A., Klimt F. (1970). Mediz. Klinik 65:1241. In: Klimt F. Sportmedizin im Kinder- und Jugendalter. Stuttgart – New York: G. Thieme Verlag, 1992: 130.
- Seeder J. (1995). Skeletistüsteemi ülekoormushaigused ja spordivigastused. AS Medicina.
- Silla R., Teoste M. (1989). Eesti noorsoo tervis. Tallinn: Valgus.
- Skinner J. S. (1989). Rezepte für Sport- und Bewegungstherapie. Köln: Dtsch. Ärzte – Verlag.
- Skinner J. S., Bar-Or O., Bergsteinova V., Bell C., Royer D., Buskirk E. R. (1971). Comparison of continuous and intermittent tests for determining maximal oxygen intake in children. Acta Paediat. Scand. Suppl.: 217–224.
- Spady D. W. (1989). Normal Body Composition of Infants and Children. In: Body Composition Measurements in Infants & Children. Report of the 98th Rors Conference, Columbus, Ohio. 98: 67–75.
- Spirito P., Pelliccia A., Proschan M. A., Granata M., Spataro A., Bellone P., Caselli G., Biffi A., Vecchio C., Maron B. J. (1994). Morphology of the “athlete’s heart” assessed by echocardiography in 945 elite athletes representing 27 sports. Amer. J. Cardiol., Oct. 15, 74 (8): 802–806.
- Steiniger U., Theile H. (1979). Funktionsdiagnostik im Kindesalter. Leipzig: VEB Georg Thieme.
- Strauss R. H. (1983). Sportmedizin und Leistungsphysiologie. Stuttgart: F. Euke Verlag.
- Strauzenberg G., Hannemann T. (1990). Sportmedizin. Leipzig: J. Ambrosius Barth.
- Zaciorskij V. M. (1970). Physical qualities of athlete Moscow (in Russian).
- Tanner J. M. (1962). Wachstum und Reifung des Menschen. Stuttgart: Thieme.
- Teer J., Luiga E., Suurorg L., Laan M., Zordana R., Rannula U. (1994). Mittenakkuslike haiguste profülaktika (CINPI programm) Tallinna õpilastel. Eesti Arst. 1994. 3: 194–197.
- Thetloff M. (1992). Anthropometric characterization of Estonian girls from 7–17 years of age. In: Papers on anthropology V. Acta et comm. Univ. Tartuensis, 951, Tartu: 101–108.
- Thoren C. (1970). Factors affecting calculation of physical working capacity from heart rate at submaximal work loads. In: Proceedings at the second symposium of pediatric group of working physiology. Hrsg. von M. Macek. Praha: Universita Karlova.
- Tucker W. E. (1964). Posture and the mechanism of movement. Symposium in sport. London: 62–81.
- Unnithan V. B., Eston R. G. (1989). Stride frequency and submaximal treadmill running economy in adults and children. Pediatr. Exerc. Science. 2: 149–155.
- Viru A. (1982). Tervise sepiistamine. Tallinn: Valgus.
- Viru A. (1988). Sportlik treening. Tallinn: Eesti Raamat.
- Viru A. (1990). Sportlik saavutusvõime. Tartu.
- Viru A., Oja S., Vain A., Loko J. (1987). Arengu ealised aspektid. Tartu.
- Wahlund H. (1948). Determination of the physical working capacity. Acta Med. Scand.: 132–215.
- Wasserman K., Hansen E. J., Sue D. G., Whipp B. J. (1987). Principles of Exercise Testing and Interpretation. Philadelphia: Lea & Febiger.
- Wolanski N. (1988). Secular changes in child growth and development. European anthropology newsletter: Special issue on the occasion of 6th Congress of EAA, September 5–8, Budapest, Warsaw: 25–32.

Harjutused noorukite kehaliseks arendamiseks

Cordes J. C. jt. (1980). Physiotherapie. Gymnastik. Berlin.

Jalak R., Neissar I. (1994). Jõu- ja venistusharjutusi igapähele, kes soovib olla sale, tugev ja terve. Tartu.

Krauß H. (1988). Atemtherapie.

Luts L., Rämmer T. (1982). Ravikehakultuur tservikaalsete ja lumbosakraalsete spondülogeen-sete neuroloogiliste sündroomide korral. Tartu.

Reutherborg (1980). Gruppenübungen in der Krankengymnastik und Gymnastik.

Risch E. (1985). Gesunde Füße und Beine. Stuttgart.

Strauzenberg G., Hannemann T. (1990). Sportmedizin. Leipzig: J. Ambrosius Barth.

Weiman G. jt. (1989). Krankengymnastik und Bewegungstherapie. Stuttgart.

Wilmore J., Thomas E. L. (1989). Geschlechtsabhängige Unterschiede in der Durchführung von Belastungsuntersuchungen und der Erstellung von Trainingsprogrammen. In: Rezepte für Sport und Bewegungstherapie. Hrsg. von J. S. Skinner. Köln: Dtsch. Ärzte – Verlag.

